

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

LIBEREC 2013

PETR ONDRÁČEK

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: N3108 Průmyslový management

Studijní obor: 3106T014 - 80 Produktový management - Textil

**Ideový návrh nové koncepce automobilové sedačky z
hlediska zlepšení komfortu**

**IDEOLOGICAL DESIGN OF A NEW CONCEPT
CAR SEATS FOR IMPROVED COMFORT**

Bc. Petr Ondráček

KHT - 204

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Antonín Havelka, CSc

Rozsah práce:

Počet stran textu... 60

Počet obrázků 57

Počet tabulek 14

Počet stran příloh . 16

PROHLÁŠENÍ

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce.

Datum

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu Doc. Ing. Antonínu Havelkovi, CSc z Katedry oděvnictví Technické univerzity v Liberci za odborné vedení, cenné rady a poskytnuté materiály. Dále bych rád poděkoval svým blízkým za podporu při studiu.

ANOTACE

Tato diplomová práce se zabývá problematikou komfortu automobilových sedadel. Je stručně popsán současný stav vývoje automobilových sedadel a způsoby návrhu nových automobilových sedadel z hlediska zlepšení komfortu. Dále je v práci popsán princip a způsob měření tlaku, který řidič na automobilové sedadlo vyvíjí. Jednou z částí této práce je provést průzkum tělesných rozměrů a hmotnosti určitých národností z důvodu zaměření prodeje na konkrétní národy. Bude měřena teplota a vlhkost na vybraných subjektech a také budou zjišťovány jejich pocity po určitém časovém intervalu. V poslední části práce jsou uvedeny možné návrhy na zlepšení komfortu automobilových sedadel.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Automobilové sedadlo, Komfort, Faktory ovlivňující komfort, Antropometrické vlastnosti, Měření tlaku, Měření vlhkosti a teploty

ANNOTATION

This diploma work deals with the comfort of car seats. It succinctly describes the current state of the automotive seat design methods and new car seats for improved comfort. The work also describes the principle and method of measuring pressure which the driver on an automobile seat develops. One part of this work is to conduct a survey of body size and weight of certain nationalities because of the focus on the sale of specific nations. Will be measured the temperature and humidity in selected subjects and also will recognize their feelings after a certain period of time. In the last part of the work are shown suggestions to improve the comfort of car seats.

KEY WORDS:

Automobile seat, Comfort, Factors affecting comfort, anthropometric characteristics, measurement of pressure, measurement of humidity and temperature

OBSAH

Úvod.....	8
1. TEORETICKÁ ČÁST	9
1.1. Současný stav vývoje autosedadel	9
1.2. Objektivní definice komfortu automobilových sedadel	12
1.3. Faktory ovlivňující komfort automobilového sezení	12
1.3.1. Výplňkový materiál autosedadel.....	15
1.4. Kvalifikace subjektivního vnímání komfortu sezení v automobilech.....	16
1.5. Fyziologie a biomechanika	18
1.6. Ergonomie sezení	21
1.6.1. Normální zakřivení páteře.....	21
1.6.2. Možnosti podepírání páteře.....	22
1.7. Rozložení tlaku na autosedadlo	23
2. Doporučené parametry sedadla	25
2.1. Rozměry sedáku	26
2.2. Rozměry opěradla	27
2.3. Bederní opěrka	28
2.4. Úhly lidského těla při sezení v sedadle	30
2.5. Ostatní doporučené parametry sedadla.....	31
3. Odhady tělesných rozměrů na základě výšky postavy.....	31
4. Poloha H – bodu	33
5. Bezdrátová monitorovací jednotka FlexiGuard.....	34
6. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	36
6.1. Zhodnocení dosavadního stavu autosedadel.....	37
6.2. Odhady jednotlivých rozměrů vybraných národů.....	37
6.3. Charakteristika měřeného sedadla.....	40

6.4.	Měření teploty a vlhkosti u vybraných subjektů.....	40
6.4.1.	<i>Vyhodnocení naměřených teplot a vlhkostí.....</i>	<i>42</i>
6.4.2.	<i>Porovnání naměřených hodnot teplot a vlhkostí.....</i>	<i>51</i>
6.5.	Měření tlaků na vybraných subjektech.....	52
6.5.1.	<i>Vyhodnocení naměřených tlaků.....</i>	<i>52</i>
6.6.	Vliv velikosti bederní opěrky na tlak působící na záda.....	62
6.7.	Vypracování dotazníku pro měřené subjekty	63
6.8.	Vyhodnocení dotazníku.....	64
7.	Diskuze vhodných návrhů do budoucna z hlediska zlepšení komfortu.....	65
8.	ZÁVĚR	68
	Seznam použité literatury	69
	Seznam obrázků	72
	Seznam tabulek.....	74
	Seznam příloh	74

Úvod

V dnešní uspěchané a modernizací posedlé společnosti je stále větší snaha o vylepšování stávajících věcí, výrobku či například technologických postupů pro zlepšení lidského života. Spolu s touto zmiňovanou modernizací jde samozřejmě ruku v ruce i vylepšování fenoménu, kterým se stal automobil. První automobil byl vynalezen v 18. století a měl pohon založený na parním stroji. Jedním z velikánů, který pracoval s myšlenkou samohybného stroje, byl Karl Benz, který požádal 29. ledna 1886 o svůj patent, který byl popsán jako tříkolové vozidlo poháněné výhradně spalovacím motorem [22].

Od doby, kdy vyjel vůbec první automobil, uplynula dlouhá doba a tito pánové by se dnes hodně podivili, kam až se jejich myšlenka posunula. Modernizace toho fenoménu proběhla takřka po všech stránkách. Například pohon, kdy pomocí v podstatě spojení dvou motorů dostává vozidlo neuvěřitelný výkon a díky němu můžeme jet dnes rychlostí přesahující 400 Km/hod. Také známá hybridní vozidla poháněné elektromotory šetrnými k životnímu prostředí jsou v dnešní době velmi aktuálním tématem. Ve srovnání se strohými liniemi anebo zanedbatelným výkonem prvního vozidla (pro představu pouhých 9 Km/hod. ve srovnání s průměrnou rychlostí chůze 5 Km/hod. to byla poměrně vysoká rychlost) je tato evoluce automobilů takřka těžko uvěřitelná [22]. Toto zařízení se stalo ikonou cestování ať už je to každodenní rutinní cesta do práce či za prací tak i jako sport nebo vášní pro různé sběratele drahých vozů světových značek. Vedle krátkých cest například do sousedního města do práce je zde ale také dlouhé cestování, ve kterém je lidské tělo v neustálé poloze sedu a působí na něj různé vlivy, které zcela zásadně ovlivňují komfort cestování. Ať už jsou to ztuhlá a bolavá záda nebo zatuhlé hýždě odkrvené neustálým tlakem lidského těla. Je všeobecně známá situace kdy řidič vyjede na dlouho cestu a několikrát musí zastavovat ale ne vždy pouze z důvodu občerstvení nebo vykonání různých potřeb. Tyto pauzy slouží mnohdy i pro protáhnutí těchto bolavých míst. Když si odmyslíme všestranné vylepšení, je zde stále jedna věc, která neprodělala v posledních letech až tak dramatickou změnu (doba zhruba 10. let zpět). Jedná se o automobilová sedadla. Přes jakékoli nadstavby a nové příslušenství, které se týká interiéru, se nepodařilo zásadním způsobem ovlivnit pohodlí řidiče popř. spolucestujících na dlouhých cestách. Tato práce se bude snažit přiblížit některé pojmy a vlivy komfortu cestování v automobilech a bude mít za cíl vyřešit nějakým nápadem či návrhem jak zlepšit pohodlí autosedadel všeobecně do budoucna.

1. TEORETICKÁ ČÁST

1.1. Současný stav vývoje autosedadel

Velkým problémem ve stanovení problémů, které vedou k nepohodlnému sezení v autosedadlech je vlastně samotná teoretizace tohoto komfortu. Mnozí výrobci si myslí, že je to zcela nemožné jelikož nemůžeme dostat zcela objektivní názor na to co je nepohodlné. To co je zatím známé v této problematice se vždy týká pouze subjektivních pocitů a názorů na danou věc. Přesto, že v této oblasti bylo provedeno již mnoho výzkumů, nepodařilo se definovat podstatu problému. Současný stav autosedadel je takový, že různí výrobci se snaží držet právě výše zmíněných subjektivních názoru. Dá se říct, že dle těchto zažitých zvyklostí se v dnešní době řídí takřka celá výroba sedadel. Z těchto důvodů byly v minulých letech vypracovány různé dotazníky, které byly povětšinou numerického charakteru, kdy dotazovaný respondent měl na výběr například stupnici od 1 - moc nepohodlný až do 10 - moc pohodlný. Tyto dotazníky měly vnést do celé problematiky objektivní názor, určující jednoznačný směr kudy by se výrobci měly ubírat pro zhotovení dokonalé sedačky, která by vyhovovala všem. Záhy ale bylo zjištěno, že toto řešení nelze splnit se 100% spokojeností z důvodu různých statistických odchylek. Proto byly vypracovány tzv. modely, které byly idealizovány tak, aby vyhovovaly co největšímu počtu respondentů [1].

Výrobci automobilových sedadel jak je dnes známe, se řídí z pravidla několika základními parametry dle prováděných testů. Tyto testy se provádějí na prototypech. Jeden z těchto testů je například dynamický test, který se nazývá test jízda&pohon (také známý jako test řízení). Tyto testy se provádí dvojím způsobem buď tak, že se provádí přímo na zaměstnancích firem, nebo se vybírají účastníci náhodně z běžné populace. V některých případech se jedná o majitele starších typů vozidel dané značky ze specifických tržních segmentů. Odezva je numerická (hodnocení pomocí čísel) a je dále používána v programu vývoje daného prototypu autosedačky. Vylepšený či přímo již zhotovený prototyp je dále opět hodnocen dle stávajících subjektivních pravidel. Takto hodnocený prototyp musí mít lepší vlastnosti než předchozí generace sedadel [1].

Tento test se obvykle provádí v průběhu dvou až tří dnů a jsou při něm téměř vždy dvě varianty návrhu nového sedadla (dva stejné prototypy). Toto je opět velmi individuální postup, jelikož si jej každá firma určuje dle dvou základních hledisek je to

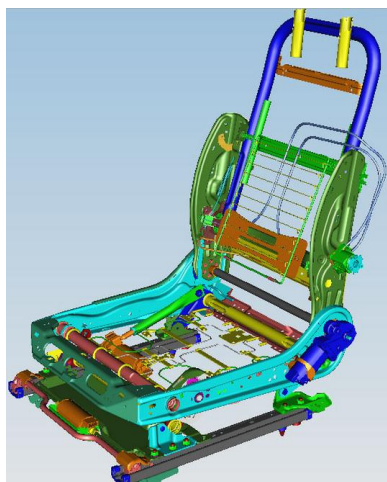
převážně cena testu a délka trvání vývoje prototypu. Test se provádí následovně. Dny jsou rozděleny tak, že jeden den má 8 hodin a ten je rozdělen do tzv. cyklů, které trvají 2 hodiny, během níž se testuje daný subjekt. Toto se provádí za účelem získání subjektivních názorů v různých časových intervalech. Dále se hodnotí dva výsledky, ten první je, že se komfort zhoršuje během uplynulých dvou hodin a je to způsobeno sedadlem a ten druhý je, že se komfort zhoršuje z důvodů jiných než těch, které může zavinit autosedadlo. Při pouhých čtyřech cyklech za den je možné vystřídat na daný typ prototypu pouze 4 lidi což je velmi málo. Z těchto důvodů se test provádí na více dní a s přinejmenším dvěma typy prototypů. Takto se získá během dvou dní 16 hodnocení na dva prototypy sedadel. Zda je toto číslo dostačující ze statistického hlediska, je velmi diskutabilní. Omezením těchto prováděných testů jsou antropometrické aspekty respondentů. Vybírání účastníků musí co nejvíce odpovídat antropometrickým charakteristikám kupců, jelikož účastníci v podstatě představují kupce [1].

Aby nedošlo ke zkreslení subjektivního hodnocení, nepřicházejí během testu vybraní respondenti do styku s okolními vlivy. Složitost vývojového postupu je velká jelikož není možné kontrolovat pouze jednu konstrukci nebo pouze jeden aspekt. Je třeba kontrolovat všechny druhy konstrukcí (jsou to testy plné sedadlo, dělené sedadlo a auto), spokojenost (manuální nebo silové ovládání prvků, manuální nebo silové polohování sedadla, nastavitelná nebo pevná opěrka hlavy atd.), rysy (bederní část, tlumení vibrací, vyhřívání autosedadla atd.), vzhled (základní úroveň, střední úroveň a vysoká úroveň) a potah (tkanina, kůže) to vše dostupné pro specifickou platformu, která může zahrnout několik marketingových oddělení. Další ovlivňujícím aspektem je samozřejmě konstrukce vozidla, jestli je řidič nucen řadit manuálně a naklánět se k řadící páce anebo jestli má vůz automatickou převodovku. To vše mění konstrukci sedadel a pro velké vývojové programy není až tak zvláštní, že na tento test jízda&pohon mají připraveno až sto různých konstrukcí autosedadel, viz obr. 1. Tímto způsobem se dá prověřit mnoho činitelů, které mohou mít vliv na celkový komfort sezení v automobilech. Jelikož by rozumně nemohl být takto testován každý prototyp, jsou takto navrhované pouze sedadla s vysoce objemovým odbytem (na úkor sedadel s nízkým odbytem, kde se mnohdy uchyluje zpět k subjektivně zažitým pravidlům) [1].

Tento postup se může zdát jako dokonalý postup při vývoji a zhotovení prototypu. To však není zcela přesné, protože když už vývojový team dostane

požadovaný tvar, který je výchozím produktem testů, tak dochází k problému potahování sedadel. Jeden nepřesně vedený šev může zcela zmařit několika měsíční úsilí a musí být opět vynaloženo mnoho úsilí na složité přemísťování švů, tak aby nezpůsobovaly ani to sebemenší zhoršení komfortu [1].

Takto se vývoj sedadla protahuje, s čímž jdou samozřejmě i ruku v ruce náklady na vývoj a kolikrát se postup protáhne natolik, že se vývoj přeruší z důvodů nedostačujících financí. Při postupu je samozřejmě velmi obtížné se vyhnout narůstajícím nákladům [1].



Obr. 1 - Základní konstrukce autosedadel [13]

Když je vyřešena otázka komfortu musí přijít na řadu design a osobitý vzhled autosedačky (zde se připojuje i tzv. futuring), který neodmyslitelně patří k celému automobilovému průmyslu. Z marketingového hlediska je jeden z určujících parametrů prodejnosti automobilového sedadla právě jeho vzhled. Otázka tvarů a samotného designu není příliš jednoduchá. Ve vývojovém procesu je sedadlo vystaveno neustálým změnám. Neustálím ořezáváním polyuretanové pěny (převážně používaná výplň sedadel) se dostává velmi nereprezentativního vzhledu. Seřezávání je proces mechanického tvarování výplňkové pěny. Tento tvarovací proces pomocí ořezávání komplikuje různé tvarové a vzhledové aspekty jako je například šířka výplně, poloha bederní opěrky, tuhost výplňkového materiálu atd. Postupné odřezávání může ukázat i další nepříjemnou vlastnost a to tu, že se pěna začne ztenčovat a chová se jako nedostatečně tuhá část v místě, kde je vyžadována větší tuhost pěny. Uživatel takto změkloou pěnu v podstatě „prosedí“ působením tlaku jeho těla, což značným způsobem ovlivňuje komfort sezení. Také je nutné přihlídnout k faktu, že automobilové sedadlo je

součástí interiéru, který také svým způsobem ovlivňuje komfort jízdy [1].

Ve shrnutí je tento postup velmi zastaralý, a ne příliš účinný v úsilí vytvořit zcela nové sedadlo s vlastnostmi, které by uspokojily převážnou většinu lidí. Bohužel stále platí pravidlo, že dobrá sedačka je spíše výjimkou než pravidlem [1].

1.2. Objektivní definice komfortu automobilových sedadel

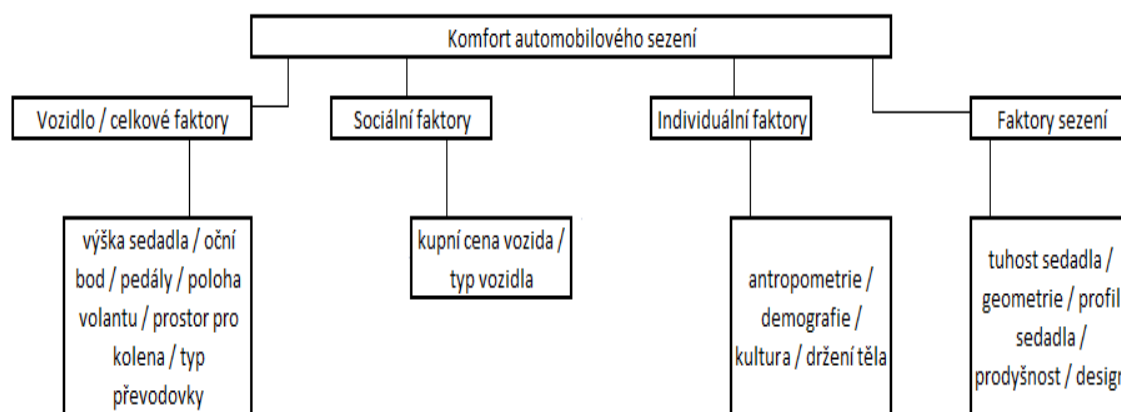
Asi největší překážkou ve vyhodnocení zcela objektivního názoru na komfort sedadel je vytvoření tzv. provozní definice komfortu. Tato provozní definice komfortu by napomohla vědcům zabývajícím se touto problematikou stanovit formální pozice, které by byly moderní a řešily by podstatu problému. Takto stanovené pozice by následně mohly být odborně argumentovány prostřednictvím testovatelných hypotéz. V současné době se uchýlilo spíše k názoru, že absolutní komfort znamená odstranění všech nežádoucích vlivů, které působí na sedící osobu a následně spousta vědců a výzkumných pracovníků tento trend převzaly, jelikož je to jednodušší než pracně sledovat a pokoušet se měřit různé druhy nepohodlí [1].

V konečné fázi těchto debat ohledně teoretizace komfortu dospěly výrobci k názoru, že by bylo nejvhodnější provést větší rozsah testů (více měřených subjektů). A ve výsledku by se vyráběly opět automobilová sedadla sub-optimalizovaná na statisticky vyhodnocený komfort. Důležité by mohlo být získání vlastních statických a dynamických složek, které by se projevovaly jako objektivní a důsledně měřitelné vlastnosti sedadel [1].

1.3. Faktory ovlivňující komfort automobilového sezení

Existuje mnoho faktorů ovlivňujících komfort sezení. Je možné je shrnout do základního rozdělení. Jsou to subjektivita uživatele, antropometrie uživatele, geometrie sedadla a množství času stráveného na sedadle. Růst mezinárodní produkce automobilových sedadel zavinil velkou různorodost všech možných konstrukcí, které jsou v drtivé většině případů uzpůsobeny kulturně dle místa, odkud pochází. Jinými slovy jedinečný funkční ekvivalent neexistuje. Pro příklad je možné jednoduše uvést rozdíl mezi západoevropskými a severoevropskými sedadly. Západoevropská sedadla jsou založena na mnohaletých zkušenostech. Tyto sedadla jsou spíše tužší povahy o

dostatečné pevnosti. Severoevropská sedadla jsou spíše oproti tomu měkčí povahy. Tento příklad demonstruje mnohostrannou povahu komfortu sedadel na světě. Komplexní řešení ještě nebylo navrženo [1].



Obr. 2 - Faktory ovlivňující komfort [1]

Vytvořená schéma faktorů (viz obr. 2), které ovlivňují komfort sezení v automobilech je zjednodušené, a pod každou položkou se skrývá několik možných podskupin. Faktor nazvaný jako vozidlo a celkové faktory vozidla je myšleno především výbava automobilového interiéru, která se odvíjí od specifických tržních segmentů (zjednodušeně řečeno automobil levnějšího charakteru nebude mít stejnou výbavu jako luxusní a moderní automobil za podstatně vyšší cenu) [1].

Jak je uvedeno výše tak jedním z ovlivňujících vlastností komfortu sezení je také interiér automobilu, protože je i velmi důležité jak se uživatel cítí uvnitř svého vozu. Jmenovitě by do této skupiny patřily především prostor pro nohy, ramena, hlavu a prostor pro pánevní část. Opět je hodnotící kritérium komfortu ovlivněno pořizovací cenou automobilu a to je také hlavní položka skupiny s názvem sociální faktory [1].

Dále jsou tu vlastnosti, které asi největším způsobem ovlivňují možné hodnocení komfortu. Individuální faktory jsou právě ty, které vnášejí onen zmiňovaný subjektivní názor na pohodlí v automobilových sedadlech. Do této podskupiny patří především antropometrické vlastnosti uživatele. Jelikož jsme každý jiný, je zde nutné používání statistického zhodnocení. Patří sem především věk, výška postavy, typ postavy a odlišné vnímání komfortu. Velmi důležitá individuální vlastnost je i držení těla, protože tato

vlastnost ovlivňuje tvar páteře. Je všeobecně známo, že lidé vyhledávají instinktivně pro držení těla polohu, která umožňuje co nejmenší výdej energie samozřejmě v mezích fyziologických a biomechanických, které umožňuje lidské tělo. Tento problém by se dal řešit jednoduše, tak že by se lidská postava rozdělila do několika typů a následně vyhodnotila statisticky s velkým počtem měření. Nicméně je tu problém, který tuto úvahu zcela vyvrací a je to, že uživatel s podobnými antropometrickými vlastnostmi může sedět v různých tělesných polohách, proto by byl i dobrý výzkum z hlediska správného sezení pro budoucí vývoj nových typu sedadel [1].

Demografické faktory jsou pouze dva a to jestli je uživatel muž nebo žena (odlišnosti by mohly být například ve tvaru pánve). Dalšími vlastnostmi je tuhost, geometrie, obrysy, prodyšnost a design. Tyto vlastnosti jsou považované jako přímo ovlivňující komfort sezení. Tuhost je schopnost sedadla (spíše polyuretanové pěny nebo výplňkového materiálu) odolávat působení tlaku lidského těla. Geometrie definuje tvar sedadla jako je výška sedadla, šířka sedadla a délka sedadla. Obrys určuje tvar sedadla a profil sedící plochy (např. umístění a výška bederního vrcholu). Geometrie a obrys sedadla je přizpůsoben antropometrickým vlastnostem uživatele. Prodyšnost je ovlivněna především měkkými částmi sedadla především výplňkovým materiálem, jako je polyuretanová pěna (tj. hustota pěny) a dále potahovým materiálem sedadla (tj. hustota tkaniny – vazba). Tato vlastnost má hlavní vliv na komfort v extrémních podmínkách prostředí. Obecně je prodyšnost definována jako schopnost materiálu propouštět vodní páry, které produkuje lidské tělo do okolního prostředí (jedná se o produkci potu). Neobvyklý faktor, který může ovlivnit komfort je design a vlastní styl sedadla. Ačkoliv se to zdá jakkoliv divné, tak i tato vlastnost ovlivňuje komfort především to, jak se uživatel v sedadle cítí a jaký má celkový pocit. Tato vlastnost by se dala přirovnat například k pocitu z vozu, který uživatel vlastní [1].

Existují i jiné faktory, které mohou nepřímo ovlivnit komfort. Do těchto vlastností by patřily například hluk, vibrace, kvalita pneumatik, okolní vítr, různý rachot a pískot, hlučnost motoru ale také např. kvalita rádia a celkového vnitřního ozvučení vozidla. Tyto vlastnosti mohou negativně ovlivnit pocit z jízdy a tím i vnímání komfortu sezení [1].

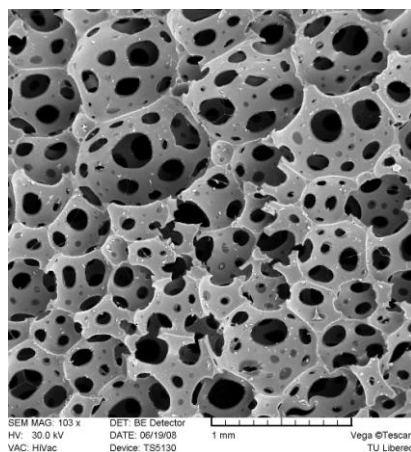
Pro řešení jednotlivých vlivů vzájemně na sobě se opět nabízí otázka využití matematických metod pro zjištění jednotlivých interakcí v závislosti na sobě. Pro příklad bychom mohli uvést třeba závislost mezi výškou sedadla a držením těla. Jednoduše by se zvolil správný test dané hypotézy anebo by se vypočítala vzájemná korelace. Bylo by nutné vybrat vhodný počet měření, vhodný statistický vzorek, který by byl značně rozsáhlý což je velký problém [1].

1.3.1. Výplňkový materiál autosedadel

V dnešní době se jako výplňkový materiál sedadel volí nejčastěji napěněný polyuretan. Kromě této zmíněné polyuretanové pěny existují ještě další možnosti jak řešit vyplnění autosedadla [6, 7]. Jsou to tyto:

- Zapěňovací systém (polyuretanové pěna)
- Kombinace zapěňovacího systému a pružin
- Gumožíně

Základní složkou zapěňovacího systému je polyuretanová pěna. Tato pěna se získává reakcí vícesytných alkoholů s izokyanáty. Průřez polyuretanové pěny (viz obr. 3) je složen z polyuretanu a vzduchových bublin, které vznikají při reakci výše zmíněných složek. Při reakci vícesytných alkoholů s izokyanáty vzniká oxid uhličitý, který tvoří ony zmiňované bubliny a má za následek napěnění polyuretanu [6, 7].



Obr. 3 - Průřez polyuretanovou pěnou [7]

Výsledné vlastnosti polyuretanu jsou závislé na poměru reagujících složek (polyuretan - izokyanát). Různými poměry reagujících složek je možné ovlivnit

mechanické vlastnosti polyuretanové pěny (rozdílné tuhosti pěny). Tuhost polyuretanové pěny je ovlivněna množstvím přidaného izokyanátu, čím více izokyanátu soustava obsahuje, tím je výsledná pěna tvrdší. Objemová hmotnost pěny je ovlivněna množstvím směsi, která je do formy vstříknuta. Reakce složek je otázkou několika sekund, v řádu od 5 do 30 sekund. Z důvodů toho, že izokyanát reaguje s vodou a vzduchem (reakcí izokyanátu s vodou vzniká příslušný amin a oxid uhličitý) je nutné zajistit při skladování a při procesu mísení zamezení přístupu vlhkosti a vzduchu. V opačném případě dochází k různým defektům výsledné pěny (špatný výsledný tvar, rozdílná tuhost pěny na různých místech, velikost vnitřních buněk...) což je z pohledu kvality velmi nežádoucí [6, 7].

Gumožině jako výplň sedadla se používají pouze u luxusních automobilů. Tyto materiály vynikají oproti polyuretanové pěně zejména svojí lepší prodyšností a životností, naopak nevýhodou je podstatně dražší výroba jelikož se gumožíňové výplně vyrábějí z velké části ručně. Tyto výplně se vyrábějí ze sterilizovaných a vyčištěných vláken živočišného a rostlinného původu. Dále se tento materiál upravuje na vláknenné rouno. Toto rouno se nastříká pojivem a je dále lisováno (pojivo je vytvrzeno pomocí procesu vulkanizace přímo ve formě) a osekáváno do výsledného tvaru [6, 7].

1.4. Kvalifikace subjektivního vnímání komfortu sezení v automobilech

Jak již bylo výše zmíněno, k získávání subjektivních názorů na komfort se používá strukturovaných dotazníků, které tvoří integrální součást testu jízda&pohon. Vhodně navržený dotazník (tj. ten, který je vytvořen na základě obecně přijímané provozní definice a poskytují kritické názory na komfort sezení v automobilech) rozhoduje o kvalitě informací, které dostává vývojový team a na těchto informacích dále staví své teorie. Dotazníky jsou navrženy v podstatě tak, aby zahrnovaly dvě části. Ta první je pravdivá část odpovědi a ta druhá je chyba měření. Je však otázkou zdali je možné aby dotazník sledoval pravdivý stav a chybu měření ve skutečném stavu na každou otázku dotazníku. V těchto případech se toto řeší tak, že se užívá korelačních výpočtu k tomu, aby se zjistilo, do jaké míry odráží dotazník pravdivý pohled na danou informaci, než aby se zaměřoval na chybu měření [1].

Důležité indikátory při vyhodnocování dotazníků jsou [1]:

- Test - retest spolehlivosti - např. po několika týdnech, kdy je snížen efekt zapamatování si původních reakcí
- Vnitřní shoda - podobné otázky a zjišťuje se, jestli si respondent neprotiřečí
- Atd.

Spolehlivost a platnost dotazníku může být zajištěná tím, že jsou dodrženy následující kroky [1]:

- a) správná formulace otázek
- b) dostačující stupnice odpovědí
- c) motivace a zájem respondenta - délka dotazníku (aby dotazník nebyl příliš nudný a nenutil respondenta si vymýšlet, aby dotazník dokončil rychleji)

Také musí být zvážena typ stupnice (tj. nominální, ordinální) protože dotazníky komfortu automobilových sedadel jsou dále podrobeny nějakému typu kvantitativní analýzy, buď jednoduchého sčítání frekvencí odpovědí (čím vyšší počet odpovědí, tím vyšší se přikládá odpovědi vážnost) nebo složitější statistické výpočty. Pouze při zhodnocení vhodné metody kvantifikace mohou být data dále použita pro další úvahy o vlivu jednotlivých faktorů. Nesprávně vyhodnocené závěry dotazníků mohou být v nejlepším případě neobjektivní a v nejhorších případech zcela neplatné. Toto má později za následek to, že vývojový team dochází k nepřesným teoriím nebo se uchyluje k možnosti pokus omyl, což je velmi špatný postup. Jak již bylo výše zmíněno toto vše má za následek zvyšování nákladů, což je velmi neefektivní při vývoji [1].

Jako zajímavá alternativa dotazníků byly vyvinuty tzv. emo - kartičky (počet kartiček je 16). Princip tohoto dotazování spočívá v tom, že každá kartička ukazuje tváře s různými emocemi. Dotazovaný respondent je následně požádán, aby vybral kartičku, která se nejvíce blíží jeho emocím při pohledu na fyzický výrobek či na

prekurzor v kreslené formě. Dále se vybírají karty, které představují ideální pohled na výrobek [1].

1.5. Fyziologie a biomechanika

V dnešní době moderních technologií je možné měřit mnoho vlastností automobilových sedadel. Některé výzkumy provedené v minulých letech se domnívají, že komfort sezení zcela jednoznačně a podstatně ovlivňuje rozložení tlaku sedící osoby. Tato myšlenka je ovšem velmi sporná. Co lze s jistotou říct je, že dobré rozložení tlaku a správná podpora různých částí těla napomáhá ke zlepšení dobrého pocitu při sezení a tím se i mění vnímání komfortu při sezení v autosedadle. Otázkou ovšem zůstává jak dosáhnout optimální podpory namáhaných částí těla a tím i rozložit tlak vyvíjený na sedadlo rovnoměrněji [1].

Neméně důležitou vlastností je tepelný komfort autosedadla a odvod par a vlhkosti od lidského těla. Tyto vlastnosti mohou být měřeny různými čidly a senzory rozmístěnými na různých místech sedadla. Nárůst tepla a vlhka má za následek to, že se rapidně změní koeficient tření, když je kůže vlhká. Pot a kondenzovaná vlhkost zůstává zadržena mezi pokožkou a stykovým materiálem (oblečení, potah autosedadla...). Vlhkost a působení tepla na pokožku, má v zásadě dva efekty. Ten první je, že je pokožka vlhká při zvýšené teplotě což má za následek pocit tzv. lepkavé kůže. V druhém případě při snížené teplotě se pot na pokožce ochlazuje a dochází tak k pocitu chladu a zimy. Zadržení vlhkosti mezi zmiňovanými částmi má za důvod výplňkový materiál sedadla (polyuretanová pěna), který je v podstatě neprodyšný. Všeobecně je prosazována myšlenka, že měkká výplň autosedadel je důležitým činitelem mikroklimatu [1, 32].

Myšlenka ovlivnění mikroklimatu je velmi pokroková ale také velmi obtížná. Je třeba vzít v úvahu mnoho činitelů, které by mohli mít za následek ovlivnění průchodu těchto vodních par od lidského těla. Jsou to například tyto [1]:

- Tělesnému teplu a vlhkosti musí být umožněn průchod autosedadlem
- Vyhybat se měkkým obrubám, které by přiléhaly k tělu a zamezovaly odvodu tepla a vlhkosti

- Používání perforovaných krycích materiálů (snížení odolnosti proti difuzi vodních par)
- Vyhýbat se měkkým výplňkovým materiálům autosedadel (měkká pěna značně zvyšuje odolnost proti difuzi vodních par)

I bez jednoznačného směru jak ovlivňovat tepelný komfort se dnes používají různé prostředky pro vyhřívání a regulaci teploty kontaktních ploch lidského těla se sedadlem, nebo třeba klimatizace, kterou se snažíme regulovat okolní teplotu ve voze. Některé firmy dokonce řeší odvod tělesné vlhkosti skrze sedadlo pomocí otvorů v sedadle, a integrovanými ventilátory přímo v sedadle, které mají za úkol odvádět vodní páry [1].

Dalším faktorem, který může výrazně ovlivnit komfort je svalová únava. Tato vlastnost se dá měřit různými elektrodami rozmístěnými vhodně po lidském těle. Tato metoda je založena na zachycení EMG signálů (elektrická aktivita konkrétních svalů). Pokud jde o nevýhody této metody tak by se dalo říct například to, že výsledek měření může být ovlivněn různorodostí EMG signálů. Tyto signály jsou ovlivněny svalovou geometrií jedince, dietou (hladinou glukózy v těle), spánkem a úrovní svalové aktivity jedince před zkouškou. Aby se dosáhlo snížení těchto faktorů, musí být elektrody umístěny na těle tak, aby se snížila elektrická impedance (odpor). Často se uchyluje i k různým klinickým experimentálním prvkům (holení vlasů a chlupů, odstranění suché pokožky, používání různých biokompatibilních elektrovedivých past). Další nevýhoda je velmi těžkopádné měřicí zařízení a systémy pro sběr dat (tj. elektrody, zesilovač, osobní počítač atd.). Elektrody dále mohou být vnímány jako obtěžující a tím může být velmi negativně ovlivněn výsledek měření. Výzkum EMG signálů bohužel prozatím nepřinesl žádné objektivní výsledky [1].

Také vibrace mohou ovlivňovat vnímání komfortu sezení. Ve výzkumu se běžně používají různé akcelerátory, které vytvářejí umělé vibrace, které jsou dále měřeny a je vyhodnocována pohltivost těchto vibrací autosedadlem. Měření a výzkum těchto vibrací je v dnešní době velmi sledovaná záležitost, protože se zatím nepodařilo zcela objektivně vyhodnotit tento vliv vibrací na pohodlí a také se nepodařilo dost efektivně tento přenos vibrací regulovat. S vynecháním praktických poznatků o těchto vibracích lze získat z různých literatur i teoretický pohled na problém. Lidské tělo konkrétně

lidský trup cestujícího vykazuje rezonance vibrací ve vertikálním směru v rozmezí 4 - 8 Hz vzhledem k primárnímu ohnutí (flexi) trupu. Přenos vibrací by vzhledem k těmto poznatkům měl být minimalizován na tyto hodnoty [1].

Bolesti zad jsou velmi často nazývány jako nemoc automobilového věku. Jedním z hlavních faktorů, který ovlivňuje tuto bolest zad je především doba řízení. Rizikový faktor vychází z toho, čemu se odborně říká posturální stabilita. K tomuto jevu dochází, když jedinec sedí v jedné poloze, bez výrazného posturálního pohybu, po delší dobu. Posturální svalstvo se rozumí svalstvo týkající se tonusu (napětí) svalstva při chůzi, stání a sedu. Na tuto polohu mají vlivy hlavně poloha pedálů, poloha volantů a profil autosedačky. Toto statické namáhání organismu má i za následek omezení průtoku krve do určitých částí namáhaných svalů a tím je i zamezen transport metabolických produktů (živin) [1].

Základním problémem ve výzkumu autosedaček je standardizace měřících metod a postupů. V současnosti jsou snahy o zanesení objektivního názoru i ve výběru pozorované skupiny například malých žen, středně velkých mužů a velkých mužů. Výrobci a vývojáři se snaží vyhovět co největší skupině těchto lidí tj. od malých (5% žen) až po velké (95% mužů). Jako výběrová kritéria jsou běžně voleny hmotnost a typ postavy vybraného subjektu. Toto je omezeno tím, že někdo kdo zapadá do 50% výšky postavy, nemusí zapadat do 50% šířky pánve, výšky sedu, tělesné hmotnosti, podkolení délky, atd. [1].

Dalším rozšiřujícím přístupem je dělení dle antropometrických a demografických charakteristik do cílových skupin. Tyto výběrové charakteristiky mohou být chybné. Je všeobecně známo, že na rozložení tlaku má hlavní vliv hmotnost jedince (konkrétně procento tukové tkáně v těle jedince). Například jedinec s vysokým obsahem tukové tkáně v těle bude vyvíjet vyšší tlak i na tvrdých sedadlech z důvodu rozložení tukové tkáně do širokých rozměrů, zatím co jedinec s nízkým obsahem tukové tkáně bude vyvíjet tzv. tlakové špičky i na dobře polstrovaných podkladech. Z tohoto důvodu se dnes rozděluje cílové skupiny na jedince, kteří jsou citliví na tuhost sedadla, změny v geometrii a obrysech autosedačky, a to vše ještě do skupin dle obsahu tukové tkáně (těžcí, štíhlí a malí jedinci). Rozložení a obsah podkožního tuku může ovlivnit také EMG signály, zejména pokud jsou elektrody nakonfigurovány a zaměřeny

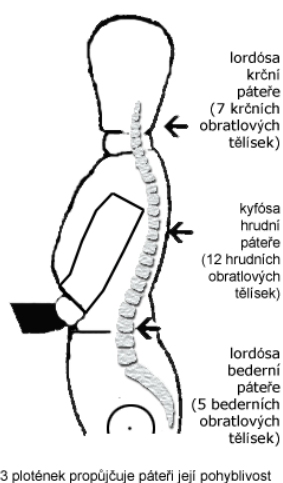
především na dolní část zádového svalstva. Z těchto důvodů se vybírají jedinci s extrémními antropometrickými vlastnostmi, protože se předpokládá, že výsledné konstrukce sedadel budou přijatelné pro větší procento populace [1].

1.6. Ergonomie sezení

Jak bylo již výše zmíněno, lidské tělo hledá nejpřirozenější polohu sezení, ve které má tělo co nejmenší výdej energie. Velkým problémem definování této polohy je, že každý jedinec má tuto polohu jinou a jinak vnímá tuto odpočinkovou pozici. Nejdůležitější částí sedící polohy je pozice páteře. Páteř jako samostatný prvek konstrukce lidského těla poskytuje tlumící a opěrné možnosti těla. Páteř se skládá z obratlů, kloubů, plotének, úponů svalů, nervů a cév [2].

1.6.1. Normální zakřivení páteře

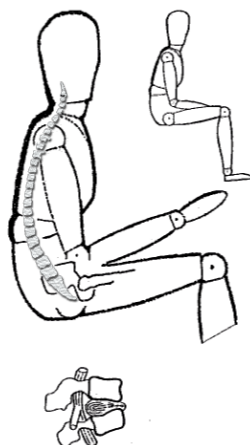
V sedící poloze nesmí být zploštělá lordósa (prohnutí páteře dopředu). Zploštěním lordósy vznikne tzv. kyfósa (vybočení páteře dozadu) celé páteře trupu, viz obr. 4. Zakřivení páteře je řízeno zádovým a břišním svalstvem, pouze krční páteř je závislá pouze na poloze hlavy [2].



Obr. 4 - Deformace páteře [2]

Deformace páteře v poloze při sezení mají zjevný vliv na tvar a polohu plotének především ve velmi náchylné části a to bederní části zad. Ploténky jsou deformovány do klínovitého tvaru což má za následek extrémní zatížení svalů především v oblasti krku, což může vést k nevratným poškozením. V poloze, kdy se sedící osoba naklání dopředu,

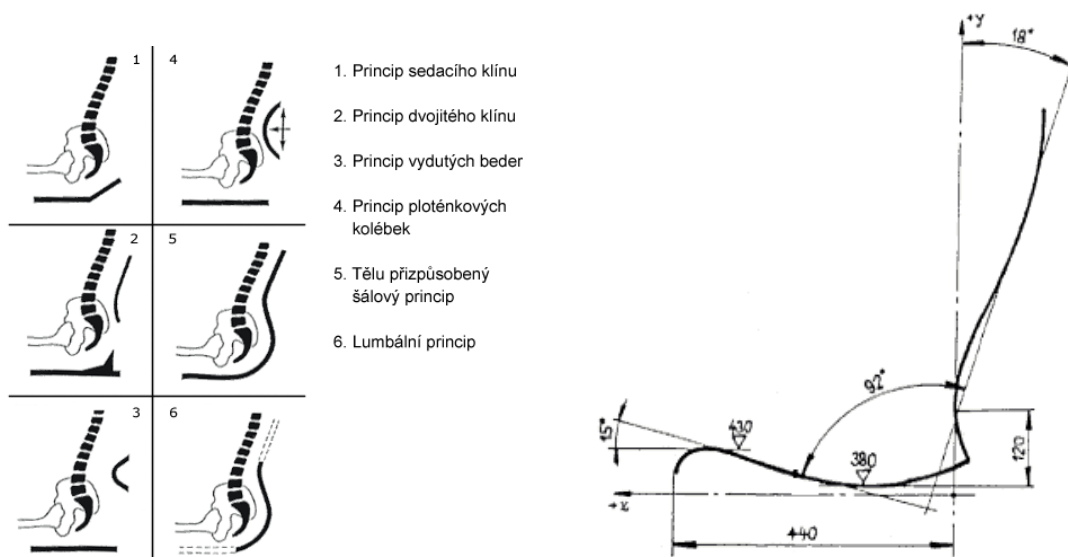
vyvíjí na ploténky nejvyšší tlak. V některých případech jsou sedadla konstruována tak, že přímo nutí sedící osobu přetrvávat v poloze tzv. kulatých zad, viz obr. 5. Tento vypěstovaný zlozvyk vede k tomu, že jsou ploténky nerovnoměrně zatěžovány. Toto může vést až k velmi bolestivým výsledkům jako je například neuralgie nebo ischias. To následně vede k tuhnutí zádového svalstva v důsledku špatného prokrvení [2].



Obr. 5 - Deformace plotének v důsledku kulatých zad [2]

1.6.2. Možnosti podepírání páteře

Držení lidského těla a páteře celkově při sezení vyplývá ze statistických a dynamických zákonitostí. Zákonitosti dynamické jsou fyziologické a zdraví prospěšné zatímco statické nejsou fyziologické a velmi kritické, především jsou-li vázány na svalovou sílu. Těmto statistickým zákonitostem lze celkem účinně předcházet správným podepíráním páteře v poloze sezení, viz obr. 6. [2].



Obr. 6 – Vpravo možnosti podepírání páteře při sezení a vlevo možné schéma tvarování sedačky [2]

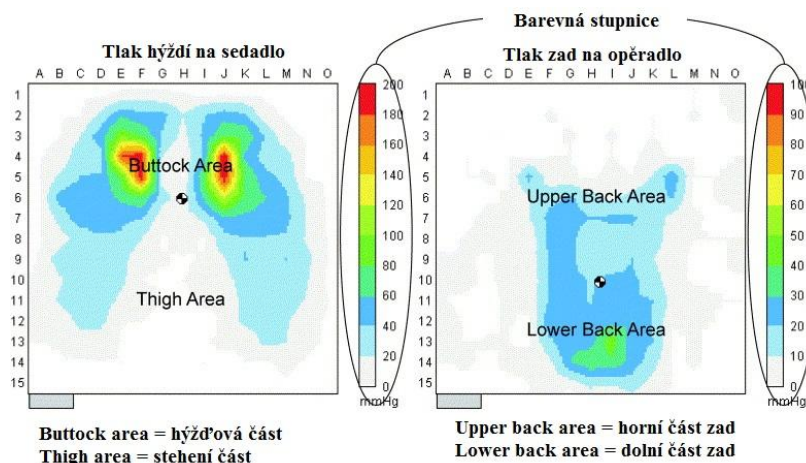
1.7. Rozložení tlaku na autosedadlo

Měření tlaku, který řidič vyvíjí na autosedadlo je principiálně velmi jednoduché. V podstatě jde o to, že měřený subjekt sedí na sedadle, které je opatřeno sítí senzorů, které měří rozložení tlaku, viz obr. 7 [3, 4, 5].



Obr. 7 - Síť senzorů pro měření rozložení tlaku [15]

Toto rozložení tlaku je zobrazeno pomocí PC v tzv. tlakových mapách. Tyto tlakové mapy zobrazují, kde je tlak nejintenzivnější prostřednictvím barevných stupnic, kdy je každé barvě přiřazena určitá velikost tlaku, viz obr. 8 (od modré barvy, kde je tlak nejmenší až po červenou barvu, kde je tlak největší) [3, 4, 5].

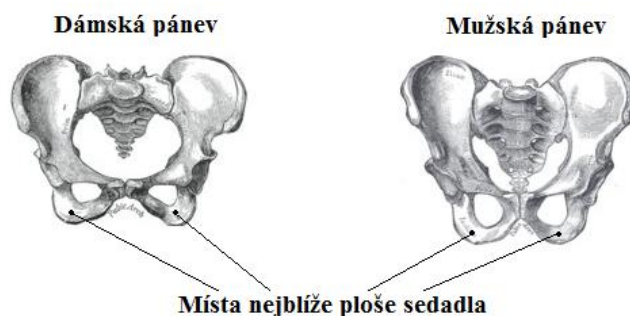


Obr. 8 - Tlaková mapa [14]

Tlakové mapy se mění individuálně podle měřeného subjektu. Rozložení tlaku závisí v podstatě na třech hlavních faktorech, které jsou [3, 4, 5]:

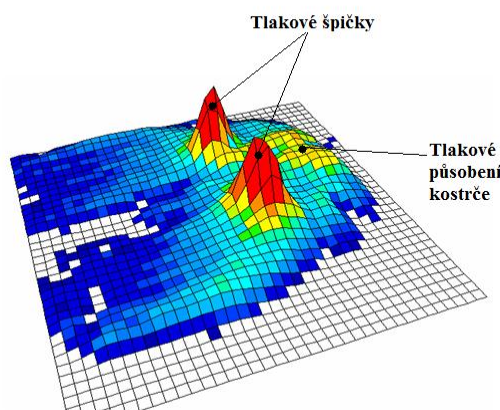
- Hmotnost subjektu
- Rozměry subjektu (antropometrické charakteristiky subjektu - somatotyp)
- Poloha, ve které subjekt sedí

Množství podkožního tuku ovlivňuje rozložení tlaku na sedadlo. Největší tlak vyvíjen v místě, kde jsou kosti nejbližší sedadlu, viz obr. 9. Z toho vyplývá, že závisí na tloušťce měkké tkáně, která odděluje kost od povrchu sedadla. V případě, že se jedná o osobu, která má malou hmotnost, tím pádem i malé procento podkožního tuku je tloušťka měkké tkáně mezi sedadlem a pánví příliš malá a tlak se soustřeďuje především do dvou míst [3, 4, 5].



Obr. 9 - Místa na pánvi, kde jsou kosti nejbližší k ploše sedadla [17]

V případě, že měřený subjekt má vysoké procento podkožního tuku, má tlaková mapa tendenci vykazovat rovnoměrnější rozložení bez tzv. tlakových špiček. Tlakové špičky jsou místa, kde se mění zásadním způsobem velikost tlaku, viz obr. 10 [3, 4, 5].



Obr. 10 - Tlakové špičky [16]

Na vzhled tlakové mapy má také vliv poloha, v jaké subjekt sedí. Čím víc subjekt sedí v poloze, která se posouvá směrem dolů, přechází tlak na spodní část páteře [3, 4, 5].

2. Doporučené parametry sedadla

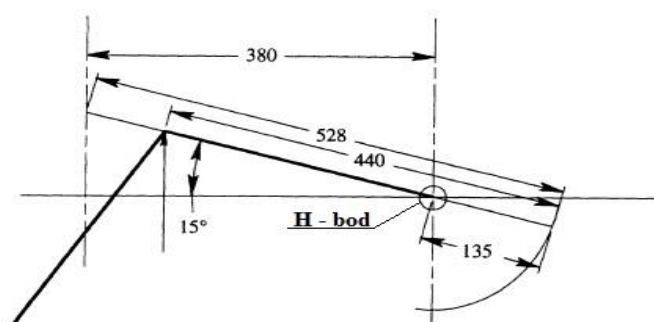
Dle měření provedených v roce 1994 v USA byly stanoveny doporučené parametry sedadla. Navržené parametry sedadla jsou stanoveny tak, aby co nejoptimálněji ovlivnily komfort sezení. Rozměry autosedadel jsou navrhovány a doporučovány dle různých statistických analýz antropometrických charakteristik jednotlivců. Tyto rozměry vycházejí z teorie zahrnutí obou extrémů. Extrémy jsou tvořeny muži, kteří odpovídají 95% vzorku mužů z hlediska antropometrických a hmotnostních charakteristik. Zjednodušeně lze říci, že to jsou muži s největšími rozměry tělesných proporcí a největší tělesnou hmotností. Naopak druhý extrém je tvořen ženami, které odpovídají 5% vzorku žen z hlediska antropometrických a hmotnostních charakteristik. Jedná se o ženy malých rozměrů tělesných proporcí a o nízké tělesné hmotnosti [8].

2.1. Rozměry sedáku

Doporučené rozměry autosedadla byly odvozeny na základě průzkumů tělesných rozměrů. Tyto měření byly provedeny dle různých studií a doporučení rozměrů, které by mělo autosedadlo mít je mnoho. V konečné fázi by šířka sedáku měla být 432 mm. Přední část sedáku by měla být široká alespoň tak, aby umožnila roztažení nohou minimálně 500 mm v oblasti kyčlí. Boční opěrky sedáku jsou zhotoveny z pěny, která má vyšší tuhost a měly by být navrženy tak, aby správně rozkládaly tlak a směřovaly zatížení co nejdále od sedacích výstupků (sedacích hrbolů) [8, 19].

Délka sedáku je velmi důležitá z hlediska komfortu. Příliš dlouhý sedák má za následek za prvé to, že vyvíjí příliš velký tlak na nohy v blízkosti zadní části kolen, kde je velké množství povrchních nervů a krevních cév. Tlak způsobí bolest ze stlačení nervů a zamezí průtok krve stlačením cév do dolních končetin. A za druhé příliš dlouhý sedák oddaluje sedící osobu od zádové opěrky a tím eliminuje dostatečnou oporu v bederní části zad. Tyto nedostatky se snaží sedící osoba kompenzovat změnou sedící polohy, aby byl uvolněn tlak na nohy, a tím nevědomě ovlivní správné rozložení tlaku na hýždě a stehna [8].

Délka sedáku měřená podél stehenní linie by neměla přesáhnout 440 mm, nebo 305 mm od H – bodu, viz obr. 11. Tato délka by mohla být ještě zvýšena o další stehenní nastavitelnou podpěru pro větší řidiče (délka této podpěry by měla být spíše menší maximálně 105 mm). Osoby s dlouhými nohami mohou pociťovat poměrně značné nepohodlí vzhledem ke krátké délce sedáku. Toto může být redukováno změnou horizontálního úhlu sedáku, čímž se zvýší přímá plocha styku hýždí a sedáku [8].

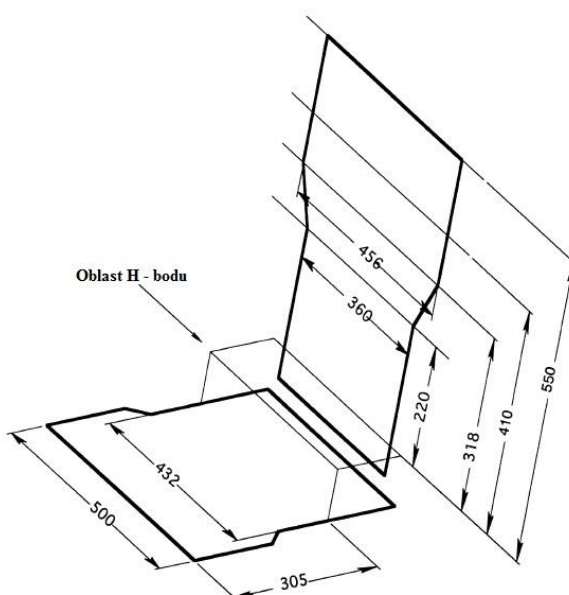


Obr. 11 - Doporučená délka sedáku [8]

Šířka sedáku je navržena tak, aby vyhovovala 95. procentnímu vzorku žen z hlediska rozměrů a váhy (což odpovídá šířce pánve 432 mm). Dle některých názorů odborníku je tato šířka doporučovaná až na rozměr 500 mm. Výška bočních vzpěr sedadla by měla být ve výšce 50 – 150 mm nad tlakovou plochou sedadla (rozměry a tvary bočních podpor sedáku mohou být dále upraveny dle tlakových map). Délka sedáku je navržena na délku stehen mále ženy. To znamená, že 5. procentní délka hýždí s podkolenní délkou u žen je 440 mm. Obecně je doporučeno volit v rozmezí 330 – 550 mm [8].

2.2. Rozměry opěradla

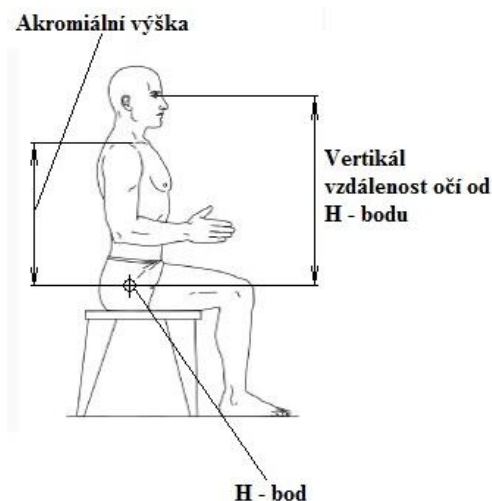
Opěradlo by mělo být široké 360 mm v bodě 220 mm od H – bodu a minimálně 456 mm široké v bodě 318 mm nad H – bodem podél zadní osy figuríny. V oblasti okolo H – bodu by neměly být žádné podpory s šířkou převyšující 288 mm. Délka opěradla by neměla přesáhnout 410 – 550 mm nad H – bod opět podél linie zad figuríny, viz obr. 12 [8].



Obr. 12 – Schématicky znázorněné doporučené rozměry sedadla [8]

Výška opěradla byla navržena na subjekty s rozměry, které odpovídaly 5. procentní akromiální výšce žen (414 mm nad H - bodem) a 95. procentní akromiální výšce mužů (551 mm nad H - bodem), viz obr. 13. Výška očí nad H – bodem u měřených žen odpovídala 5. procentům, což bylo 559 mm. Výška opěradla byla

doporučena tak aby co nejvíce vyhovoval běžné populaci tím, že byla stanovena z obou extrémů, což je 5% zastoupení žen a 95% zastoupení mužů [8].



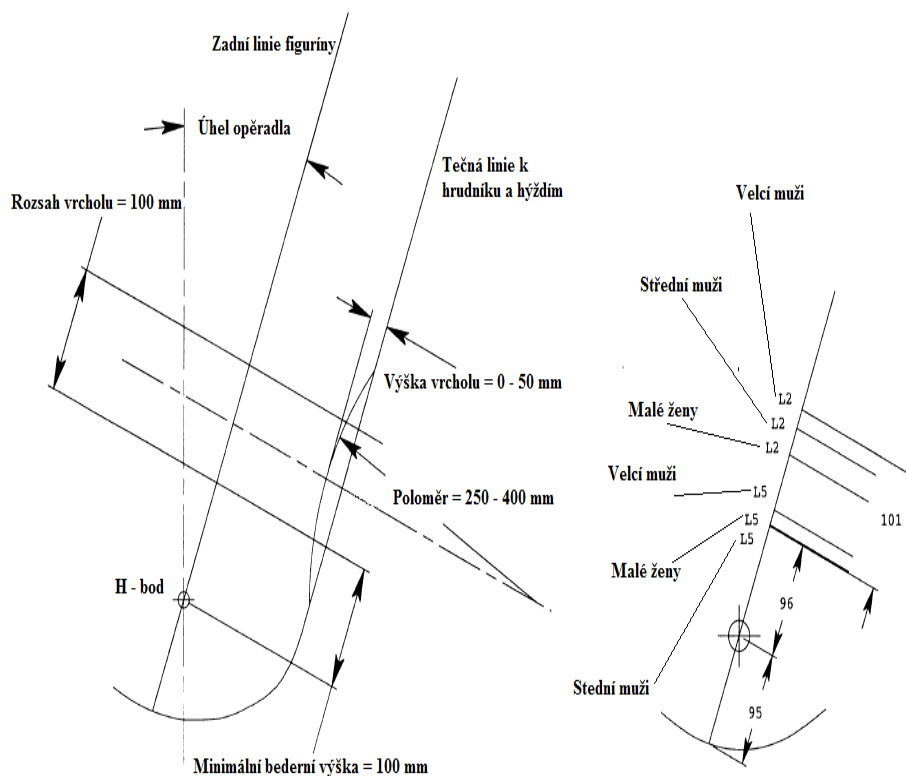
Obr. 13 - Akromiální výška a vzdálenost očí od H – bodu [12]

Šířka opěradla je navržena dle rozměrů 95. procentních mužů z hlediska vzrůstu a hmotnosti. Tato šířka byla 360 mm ve vzdálenosti 315 mm nad plochou sedáku nebo 220 mm nad H – bodem. Svislá vzdálenost největšího průhybu plochy sedadla k H – bodu je stanovena na 95 mm. Šířka opěradla nad a pod úrovní pasu by měla být uzpůsobena dle šířky hrudníku a kyčlí. V hrudní části sedadla musí být sedadlo dost široké na to, aby dostatečně vyhovovalo šířce hrudníku velkého muže. U skupiny, která pokrývá 95. procent mužů je šířka zad 456 mm ve vzdálenosti 318 mm nad H – bodem za předpokladu, že úhel sklonu zad je 22°. Šířka opěradla je samozřejmě ovlivněna tvarovým profilem sedadla. Profilová šířka za rameny by měla být téměř plochá, aby nedocházelo k ovlivnění schopnosti pohybu paží. Maximální výška bočních podpěr (křídél) je velmi ovlivněna druhem vozidla například sportovní, luxusní, atd. Nicméně maximální výška boční podpěry by měla být v úrovni 288 mm nad H – bodem. V praxi by ale opěradlo mělo být navrženo o něco širší z důvodu toho, aby sedadlo drželo správnou polohu těla i změnou způsobenou oblečením [8].

2.3. Bederní opěrka

V ideálním případě by měla být bederní opěrka nastavitelná dle různých rozměrů sedící osoby. Tato opora by měla být dostatečně pevná ale zároveň také dobře vypolstrovaná, aby bederní opěrka nevyvíjela nepříjemný tlak. Tvar bederní opěrky by

měl být převeden z plochy na konvexní profil s výškou od plochy roviny k vrcholu konvexního oblouku do 50 mm. Poloměr konvexního profilu by měl být mezi 250 až 400 mm. Vertikální poloha vrcholu by měla být 100 až 200 mm nad H – bodem podél zadní linie figuríny [8].



Obr. 14 - Doporučené rozměry pro bederní podporu [8]

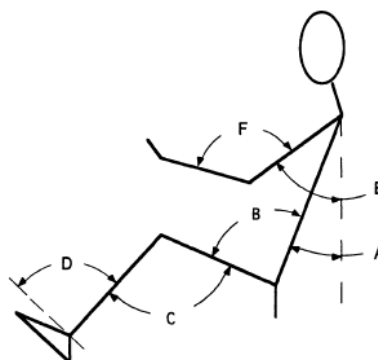
Jako střední varianta by mohla být volena ta, kde bude mít poloměr konvexního profilu 300 mm (u sedadel s vyšší výškou spíše 240 mm) a výšku vrcholu 20 mm. Poloha vrcholu by měla být 105 – 155 mm nad H – bodem opět podél zadní linie figuríny (nebo 200 – 250 mm od depresivní plochy sedáku). V případech, kdy se délka sedadla snižuje, bude podélné zakřivení opěrky minimální. Polohu a vymezení bederní polohy udávají dva body, viz Tab. 1 a obr. 14. Pro lepší orientaci byly zkoušené subjekty rozděleny do tří skupin na malé ženy, střední muže a velké muže. Malé ženy představovaly přibližně 5. procentní americkou ženu dle hmotnosti a věku, střední muži představovaly přibližně 50. procentního muže dle hmotnosti a věku v USA a nakonec velcí muži představovali přibližně 95. procentního muže v USA dle uvedených charakteristik [8].

Tab. 1 - Základní rozměry polohy bederní podpory [8]

Rozměr	Malé ženy	Střední muži	Velcí muži
Úhel trupu - Z H - bodu k ramenu od vertikální přímky	21,8°	22,3°	21,5°
L2 vzdálenost od H- bodu [mm]	158	181	197
L5 vzdálenost od H – bodu [mm]	97	96	110
Rozsah (L5 do L2) od depresivní plochy sedadla [mm]	192 - 253	191 - 276	205 - 292

2.4. Úhly lidského těla při sezení v sedadle

Doporučené úhly, viz Tab. 1 by měly být dodrženy. Nejdůležitější jsou úhly trupu vzhledem k vertikální linii a úhel kolene vzhledem k trupu. Úhel sklonu trupu 20° výrazně snižuje svalovou činnost a otevřený úhel trup – stehno snižuje nutnost bederní flexe, viz obr. 15. Úhel nadloktí je závislý na nastavení opěradla a na případné loketní opěře [8].



Obr. 15 - Úhly lidského těla při sezení v sedadle [8]

Hodnoty jednotlivých úhlů sedící osoby jsou uvedeny v tabulce 2. Tyto úhly jsou individuální, proto jsou uvedeny vždy v určitém rozmezí.

Tab. 2 - Hodnoty doporučených úhlů [8]

Úhel	Popis	Doporučený rozsah
A	Záda	20 - 30°
B	Trup/stehna	95 - 120°
C	Koleno	95 - 135°
D	Kotník	90 - 110°
E	Nadloktí	10 - 45°
F	Loket	80 - 120°

2.5. Ostatní doporučené parametry sedadla

Ostatní parametry sedadla se týkají různých vlastností sedadla jako odvod vlhkosti, termoizolační vlastnosti atd., viz Tab. 3.

Tab. 3 - Doporučené parametry sedadla [8]

	Parametr	Doporučení
Rozložení tlaku	Model sedáku	Tlakové špičky by měly být soustředěny pouze v oblastech sedacích výstupků. Sedadlo by nemělo vykazovat žádné jiné lokální maximum.
	Model opěradla	Tlakové špičky by měly být soustředěny pouze v bederní oblasti. Sedadlo by nemělo vykazovat žádné lokální maximum v oblasti ramen.
	Úrovně tlakových špiček	Maximální tlakové špičky by měly být určeny na základě testování cílové populace. Určení těchto tlakových rozložení na jednotlivcích a následném doporučení pro ostatní je velmi obtížné z hlediska odlišných pocitů a tlakových map různých subjektů.
	Smyk povrchu	Povrchový smyk sedáku by měl být minimalizován zvýšením úhlu sedáku anebo tvarováním sedáku k dosažení téhož účinku.
	Teplota a vlhkost	Sedadlová výplň by měla umožnit přenos tepla nejméně 75 W/m ² vedením a šířením vodní páry. Pěna by neměla být stlačena více než z 80 %, aby byla umožněna maximální difúze vodní páry.

3. Odhady tělesných rozměrů na základě výšky postavy

Jelikož mnohdy není možné sehnat kompletní antropometrické charakteristiky hledaných subjektů, je možné tyto rozměry odvodit od výšky postavy. Tyto rozměry jsou přepočítány pomocí tabulky, kterou vytvořil v minulých letech Dr. Ing. Jaroslav Mašek. Tato tabulka je sestavená na základě jednotlivých koeficientů, které se násobí s průměrnou výškou. Základem je jednotka „cc“ (centicorpus), kde výška postavy je brána jako 100 cc. Pomocí jednoduché trojčlenky se dá zjistit, že 1 cc odpovídá 1 % výšky postavy měřeného subjektu. Takto se vždy násobí 1 % výšky postavy s příslušnou hodnotou cc pro každý daný rozměr. Výsledkem dopočítaných rozměrů jsou vzdálenosti jednotlivých kloubů lidského těla tzv. kloubových vzdáleností. Vypočítané rozměry slouží také pro sestavení konstrukce lidského těla. Jedinou

podmínkou, aby mohla být tato tabulka aplikovatelná je předpoklad, že se jedná o postavu normálních proporcí. Nesmí se jednat o extrémní proporční rozměry postav. Tímto způsobem se dají vypočítat kloubové rozměry pro jakoukoliv výšku tělesné postavy a stáří osoby. Tabulka je rozdělena na muže a ženy tudíž odpadají i možné komplikace z demografického hlediska [24].

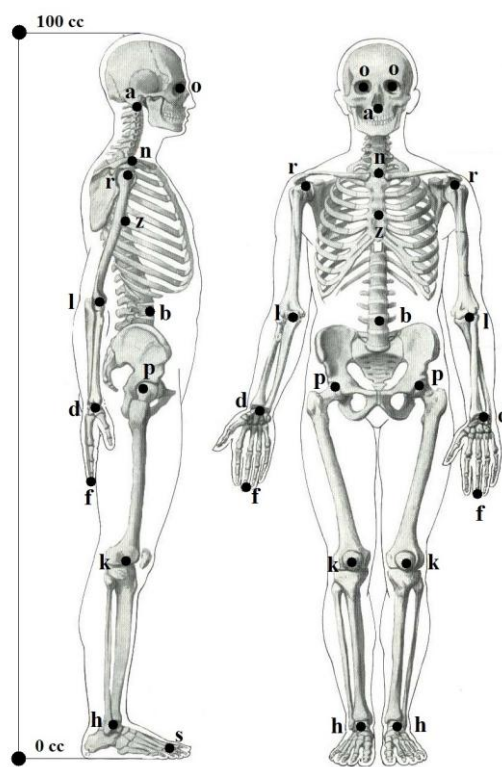
Tab. 4 - Tabulka pro přepočet kloubových vzdáleností na základě výšky postavy [24]

	Muži								Ženy							
stáří	6	8	10	12	14	16	18	20	6	8	10	12	14	16	18	20
<i>sh</i>	9,1	9,1	9,3	9,4	9,4	9,3	9,1	9	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>hk</i>	21,4	22	22,4	23,1	23,4	23,4	23	23	21,5	22,2	22,5	22,9	23	22,7	22,6	22,5
<i>kp</i>	24,2	24,9	25,3	26,2	26,4	26,4	26,1	26	24,3	25,1	25,4	25,9	26	25,7	25,6	25,5
<i>pb</i>	10,7	10,5	10,5	10,1	10,1	10,2	10,6	10,5	10,6	10,5	10,6	10,5	10,5	10,6	11	11
<i>bz</i>	13,7	13,5	13,5	13	13	13,1	13,6	13,5	13,6	13,5	13,6	13,5	13,5	13,6	14,1	14,2
<i>zn</i>	8,1	8	8	7,7	7,7	7,8	8	8	8,1	8	8,1	8	8	8,1	8,4	8,4
<i>na</i>	8,1	8	8	7,8	7,5	7,5	7,5	7,5	8,1	7,9	7,7	7,6	7,5	7,5	7,5	7,5
<i>ao</i>	7,3	7	6,5	6,3	6	6	6	6	7,4	6,9	6,4	6,2	6	6	6	5,9
<i>nr</i>	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,7	3,7
<i>rl</i>	15,6	15,6	16	16,2	16,4	16,3	16,5	16,5	15,3	15,5	15,6	15,8	15,9	16	16,1	16
<i>ld</i>	14,6	14,7	15	15,2	15,4	15,3	15,5	15,5	14,4	14,5	14,7	14,8	15	15	15,1	15
<i>df</i>	11,4	11,1	11	11	11,1	11,1	11,1	11	-	-	-	-	-	-	-	-
$r_s = r_d$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>rh</i>	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4
<i>rk</i>	2,8	2,9	2,9	3	3	3	3	3	2,8	2,9	2,9	3	3	3	2,9	2,9
$r_p = r_b$	6,1	6	6	5,8	5,8	5,8	6	6	6,1	6	6,1	6	6	6,1	6,3	6,3
$r_z = r_r$	3,1	3	3	2,9	2,9	2,9	3	3	3	3	3	3	3	3	3,1	3,2
$r_n = r_a$	2,7	2,7	2,7	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
<i>r_l</i>	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>pp</i>	9,7	9,5	9,3	9,2	9,2	9,2	9,4	9,5	9,6	9,4	9,3	9,3	9,6	10	10,1	10,2
<i>qq</i>	19,3	19	18,7	18,3	18,4	18,4	18,9	19	19,2	18,8	18,7	18,7	19,2	20	20,1	20,4
<i>vv</i>	16,3	16	15,7	15,4	15,5	15,5	15,9	16	16,2	15,8	15,7	15,7	16,2	16,9	17	17,1
<i>yy</i>	18,4	18,1	17,8	17,3	17,3	17,6	17,7	18	18	17,9	17,7	17,5	17,5	17,8	18	18
<i>xx</i>	12,2	11,7	10,8	10,5	10	10	10	10	12,3	11,5	10,7	10,3	10	10	10	9,8

V tabulce 4 jsou vypsány koeficienty pro násobení 1 % výšky. Posledních pět řádků tedy od vzdáleností *pp* až po *xx* určuje šířky. Vzdálenosti, které tabulka určuje, jsou uvedeny názorně níže, viz obr 16 [24].

- *pp* – udává vzdálenost kyčelních kloubů
- *qq* – udává šířku těla v bocích
- *vv* – udává šířku v bederní části

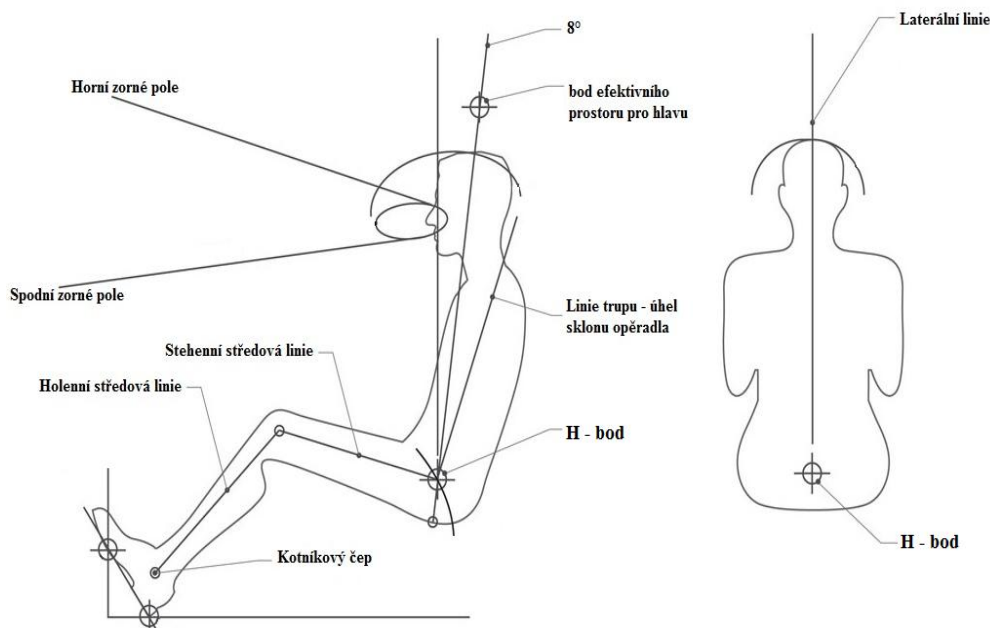
- yy – udává šířku trupu pod lopatkami
- xx – udává šířku hlavy



Obr. 16 - Vzdálenosti kloubů [25]

4. Poloha H – bodu

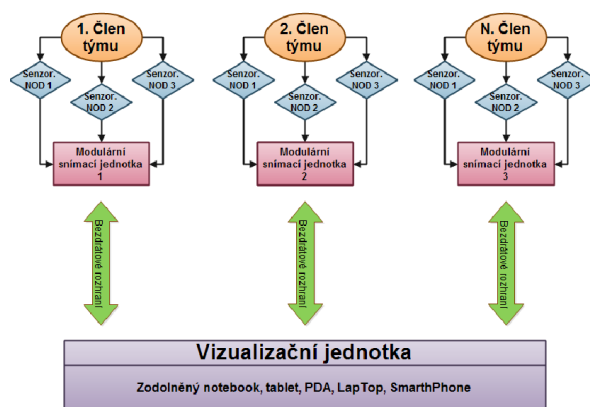
Stanovení H – bodu (viz obr. 17) se provádí pomocí figuríny, která napodobuje lidské tělo. Toto zařízení je jednotně označeno jako 3DH zařízení. V podstatě jde o soustavu kovových vzpěr a plastových ploch, které jsou vytvářeny dle různých částí lidského těla (záda, hýždě, stehna...), s možností různého zatížení jednotlivých částí pomocí závaží. Tato figurína je složena ze dvou soustav vzájemně spojených ve středu otáčení trupu a stehen v tzv. H – bodu (zjednodušeně řečeno se jedná o výšku kyčelního kloubu). Stanovení H – bodu se provádí dle normy ČSN 30 0720 [9, 10, 21].



Obr. 17 - Schematická poloha H – bodu [11]

5. Bezdrátová monitorovací jednotka FlexiGuard

Systém se skládá ze tří základních částí. Jde o volitelnou sestavu senzorů WBAN (wireless body area network) založenou na standardu ANT+. Dále ze snímací jednotky a nějakého zařízení pro vizuální přenos jako je notebook, PDA, tablet. Velkou výhodou tohoto systému je libovolné rozmístění senzorů dle tělesných charakteristik každého monitorovaného subjektu. Naměřená data jsou ukládány na vnitřní záznamové médium (paměťová karta). Je také možné data přenášet prostřednictvím microUSB kabelu. Zařízení se používá pro snímání tělesné teploty, vlhkosti a tepové frekvence dle schématu, viz obr. 18 [33].



Obr. 18 - Blokové schéma snímačů [33]

Vývoj/výzkum zařízení a jeho aplikaci provádí v rámci projektu bezpečnostního výzkumu MV ČR „FlexiGuard“ fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT v Praze, prototypovou výrobu zajišťuje technologická spin-off firma FBMI ČVUT a 1. LF UK CleverTech, s.r.o. [33].

6. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Experimentální část diplomové práce se bude týkat navržení různých změn pro dosažení zlepšení komfortu do budoucna, na základě zjištěných poznatků z teoretické části. V teoretické části nebylo možné čerpat z veškeré doporučené literatury. Z důvodů velkých snah o expandování do Ruska, Indie a Číny se bude praktická část selektovat pouze na tyto tři národy. Na základě zjištěných průměrných výšek postav a průměrných hmotností vybraných národů budou odhadnuty ostatní důležité rozměry, které ovlivňují navržení autosedadla. Na vybraných subjektech, které budou představovat jednotlivé národy z hlediska antropometrických charakteristik a z hlediska průměrné váhy budou měřeny tlaky pomocí podložky X – senzoru. Tyto tlaky budou vyhodnoceny a na základě tlakových map budou doporučeny případné změny. Měření bylo provedeno na starším sedadle z vozu ŠKODA (jedná se o pruhované sedadlo, které bylo vybráno pouze za účelem porovnání tlakových map) a na sedadle z vozu ŠKODA Octavia II. Dále byl pouze okrajově zkoumán vliv velikosti bederní opěrky na tlak v bederní oblasti zad. Shrnutí a případné doporučení a nápady na změny budou uvedeny v závěru diplomové práce.

Pro praktické měření tlaků, bylo vybráno šest subjektů české národnosti (měřené osoby byly označeny velkými písmeny A – F).

- Subjekt A – průměrná Čínská žena
- Subjekt B – průměrný Indický muž
- Subjekt C – průměrný Čínský muž
- Subjekt D – průměrná Ruská žena
- Subjekt E – průměrný Ruský muž
- Subjekt F – průměrná Indická žena

Tyto subjekty byly vybírány na základě zjištěných charakteristik tak, aby co nejvíce napodobovaly vybrané národy. Určující faktory byly především výška postavy a tělesná hmotnost. Vybrané osoby se lišily od charakteristik zkoumaných národů ve výšce postavy o cca 1 – 3 cm a v hmotnosti o cca 1 – 2 kg. Měření na sedadlech bylo prováděno ve dvou polohách.

6.1. Zhodnocení dosavadního stavu autosedadel

V současné době jsou sedadla navrhována dle určitých zažitých standardů, které jsou voleny na základě jednotlivých subjektivních názorů. Tyto subjektivní názory nevnašejí žádný objektivní pohled na to co je nejdůležitější při navrhování sedadla tak, aby vyhovovalo co největšímu procentu uživatelů. Samozřejmě je velmi těžké vyhovět všem zákazníkům, jelikož jsme každý jiný a máme jiné tělesné proporce a jiné návyky, co se týká polohy sezení. Dle výše zmíněných problémů (viz kapitola 1.2 a 1.5) je patrné, že nikdy nebude možné vyhovět 100 % zákazníkům ve všech případech. I při statistické analýze většího počtu subjektů, při nasbírání co největšího počtu subjektivních vjemů zde bude stále jistý rozptyl naměřených hodnot.

Představme si případ, kdy takto otestujeme celou lidskou populaci. Toto ohromné množství dat statisticky zpracujeme a vyvodíme z nich závěry. Výsledné závěry aplikujeme do výroby a upravíme nebo navrhujeme podle nich celou koncepci nových autosedadel. V tomto okamžiku by mělo být navrženo dokonalé sedadlo, které by vyhovovalo všem. Toto tvrzení je však milné. Stále je zde ono zmiňované rozptýlení hodnot zakryté průměry. Vždy tu bude vzorek populace, který bude maximálně vybočovat od průměrů a pro tento vzorek se sedadlo stává nedokonalým. Ovšem nelze zcela zavrhnout tuto teorii většího počtu měřených subjektů, jelikož by výsledná analýza obsahovala větší počet názorů a zahrnula by větší procento populace.

Řešení, které by znamenalo zvětšení počtu zkoumaných subjektů, bude samozřejmě velmi nákladné především z časových důvodů pro návrh nového prototypu, který bude zahrnovat větší množství subjektivních hodnocení.

6.2. Odhady jednotlivých rozměrů vybraných národů

Zkoumané národy byly vybrány z důvodu snahy o expanzi prodeje na tato území. Jedná se o Rusko, Indii a Čínu. Tyto tři velké národy by měly poskytovat velmi široký trh. Z těchto důvodů jsou jisté snahy o co největší uspokojení tamních potencionálních budoucích majitelů nových vozidel. Na základě těchto požadavků byly nalezeny průměrné výšky a hmotnosti zmíněných národů. Výše popsaným způsobem (viz kapitola 3) byly vypočítány i různé kloubové vzdálenosti u vybraných národů, viz Tab. 5.

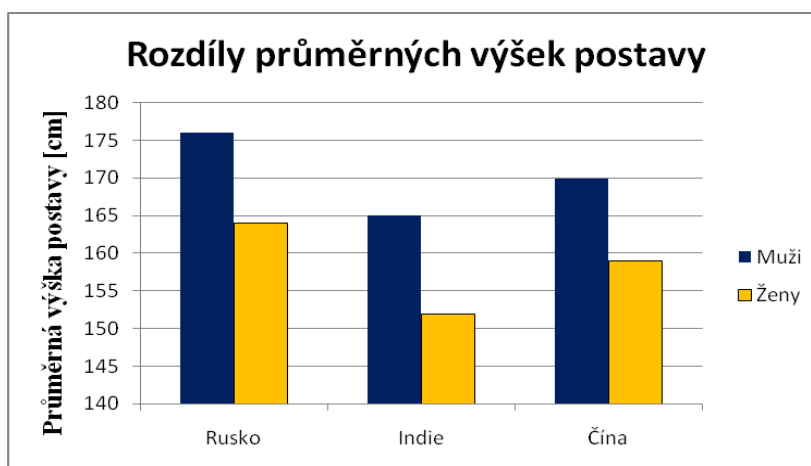
Tab. 5 - Přepočtené kloubové vzdálenosti vybraných národů

RUSKO	Muži	Ženy	ČÍNA	Muži	Ženy	INDIE	Muži	Ženy
	1% průměrné výšky [cm]			1% průměrné výšky [cm]			1% průměrné výšky [cm]	
	1,76	1,64		1,7	1,59		1,65	1,52
<i>sh</i>	15,8	-	<i>sh</i>	15,3	-	<i>sh</i>	14,9	-
<i>hk</i>	40,5	36,9	<i>hk</i>	39,1	35,8	<i>hk</i>	38,0	34,2
<i>kp</i>	45,8	41,8	<i>kp</i>	44,2	40,5	<i>kp</i>	42,9	38,8
<i>pb</i>	18,5	18,0	<i>pb</i>	17,9	17,5	<i>pb</i>	17,3	16,7
<i>bz</i>	23,8	23,3	<i>bz</i>	23,0	22,6	<i>bz</i>	22,3	21,6
<i>zn</i>	14,1	13,8	<i>zn</i>	13,6	13,4	<i>zn</i>	13,2	12,8
<i>na</i>	13,2	12,3	<i>na</i>	12,8	11,9	<i>na</i>	12,4	11,4
<i>ao</i>	10,6	9,7	<i>ao</i>	10,2	9,4	<i>ao</i>	9,9	9,0
<i>nr</i>	6,2	6,1	<i>nr</i>	6,0	5,9	<i>nr</i>	5,8	5,6
<i>rl</i>	29,0	26,2	<i>rl</i>	28,1	25,4	<i>rl</i>	27,2	24,3
<i>ld</i>	27,3	24,6	<i>ld</i>	26,4	23,9	<i>ld</i>	25,6	22,8
<i>df</i>	19,4	-	<i>df</i>	18,7	-	<i>df</i>	18,2	-
<i>r_s = r_d</i>	1,8	1,6	<i>r_s = r_d</i>	1,7	1,6	<i>r_s = r_d</i>	1,7	1,5
<i>rh</i>	4,4	3,9	<i>rh</i>	4,3	3,8	<i>rh</i>	4,1	3,6
<i>rk</i>	5,3	4,8	<i>rk</i>	5,1	4,6	<i>rk</i>	5,0	4,4
<i>r_p = r_b</i>	10,6	10,3	<i>r_p = r_b</i>	10,2	10,0	<i>r_p = r_b</i>	9,9	9,6
<i>r_z = r_r</i>	5,3	5,2	<i>r_z = r_r</i>	5,1	5,1	<i>r_z = r_r</i>	5,0	4,9
<i>r_n = r_a</i>	4,4	4,1	<i>r_n = r_a</i>	4,3	4,0	<i>r_n = r_a</i>	4,1	3,8
<i>r_l</i>	2,6	2,5	<i>r_l</i>	2,6	2,4	<i>r_l</i>	2,5	2,3
<i>pp</i>	16,7	16,7	<i>pp</i>	16,2	16,2	<i>pp</i>	15,7	15,5
<i>qq</i>	33,4	33,5	<i>qq</i>	32,3	32,4	<i>qq</i>	31,4	31,0
<i>vv</i>	28,2	28,0	<i>vv</i>	27,2	27,2	<i>vv</i>	26,4	26,0
<i>yy</i>	31,7	29,5	<i>yy</i>	30,6	28,6	<i>yy</i>	29,7	27,4
<i>xx</i>	17,6	16,1	<i>xx</i>	17,0	15,6	<i>xx</i>	16,5	14,9

Odhadům některých rozměrů lidského těla se zabývá i norma ČSN 30 0724. Tato norma ovšem zahrnuje pouze dvě hodnoty výšky lidského těla. Na základě těchto dvou rozměrů jsou doporučeny i ostatní rozměry sedící osoby v automobilu. Tato norma není aplikovatelná z hlediska vybraných národů (viz obr. 19 a Tab. 6), které neodpovídají uvedeným výškám.

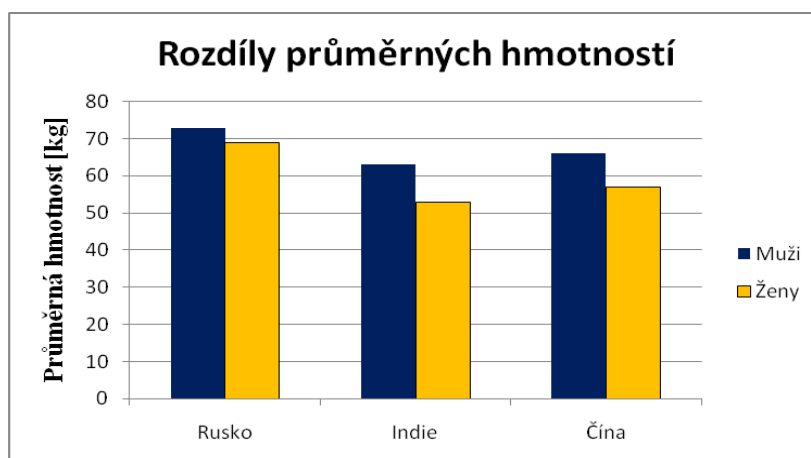
Tab. 6 - Průměrné hmotnosti a výška vybraných národů [26, 27, 28, 29]

Pohlaví	Muž		Žena	
	Výška postavy [cm]	Hmotnost [kg]	Výška postavy [cm]	Hmotnost [kg]
Rusko	176	73	164	69
Indie	165	63	152	53
Čína	170	66	158	57



Obr. 19 – Graf rozdílů průměrných výšek postavy vybraných národů

Z výše uvedeného grafu je vidět, že se výšky postavy liší opravdu nevýznamně, zvláště u mužů. U žen se výšky liší také mírně s výjimkou Indických žen, kde největší rozdíl činí více než 10 cm.



Obr. 20 - Graf rozdílů průměrných hmotností vybraných národů

Byly porovnávány i průměrné hmotnosti (viz obr. 20) a pro představu byly uvedeny výše v grafu. Z tohoto grafu je názorně vidět, že hmotnosti Indický a Čínských žen a mužů jsou téměř stejné. Výjimku zde tvoří Ruský národ, kde je největší rozdíl hmotností u mužů 10 kg a u žen dokonce 16 kg.

6.3. Charakteristika měřeného sedadla

Měřená sedadla byla značky ŠKODA, viz obr. 21, kdy pruhované sedadlo mělo výrazně menší boční podpory a právě z těchto výrazných změn profilu bylo toto sedadlo vybráno pro srovnání.



Obr. 21 - Měřená sedadla

Sedadlo bylo umístěno na dřevěných podporách, tak aby se poloha sedadla co nejvíce podobala skutečné poloze v reálném automobilu. Výška podpory byla přibližně 10 cm nad zemí. Základní rozměry měřeného sedadla ŠKODA Octavia II, viz Tab. 7.

Tab. 7 - Základní rozměry měřeného sedadla ŠKODA Octavia II [18]

Rozměr	Hodnota [mm]
Šířka sedáku	500
Délka sedáku	520
Šířka opěradla	480
Délka opěradla	620

6.4. Měření teploty a vlhkosti u vybraných subjektů

Na sedadle byly dále měřeny teploty a vlhkosti pro vybrané subjekty. Tyto veličiny byly sledovány v závislosti na čase. Délka jednoho měření byla 45 minut a po

tuto dobu byla sbírána data. Osoba, která se zúčastnila měření, byla požádána, aby vyčkala v klidné poloze po dobu 15. minut v místnosti, kde bylo prováděno měření. Toto bylo provedeno z důvodů toho, aby se tělo měřené osoby přizpůsobilo okolním podmínkám a nedocházelo ke zkreslení měření způsobené například tím, že měřená osoba spěchala a během cesty do laboratoře se zpotila a zvýšila se jí tělesná teplota. Doba čekání osoby také posloužila pro aklimatizaci sedadla od předchozího měření.



Obr. 22 – WBAN senzor pro měření teploty a vlhkosti sedadla

Měření bylo provedeno pomocí čtyř senzorů (viz obr. 22) a snímače. Na měřené sedadlo byly rozmístěny senzory, které snímaly teplotu a vlhkost (H1, H2, H3 a H4 – WBN senzory). Jelikož byly antropometrické charakteristiky měřených subjektů velmi podobné (s výjimkou subjektu představující indickou ženu) nebylo nutné s umístěnými senzory manipulovat. U subjektu představujícího indickou ženu byla nutná manipulace se senzory na opěradle z důvodů velmi malých výškových rozměrů, senzory umístěné na sedáku byly ponechány v polohách jako u všech měřených subjektů.

Senzory byly rozmístěny tak, aby měřily, viz obr. 23:

- H1 – teplota a vlhkost ve stehenní oblasti
- H2 – teplota a vlhkost v oblasti lopatek
- H3 – teplota a vlhkost v bederní oblasti
- H4 – teplota a vlhkost v oblasti hýždí



Obr. 23 - Rozmístění senzorů na sedadle

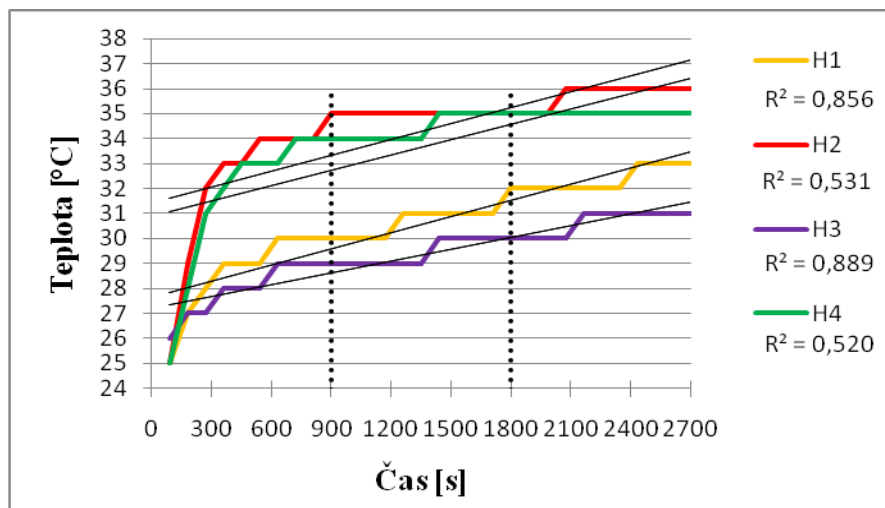
Snímač byl umístěn přibližně 40 cm od senzorů (maximální vzdálenost snímače nesmí přesáhnout 1 metr), viz obr. 24.



Obr. 24 - F3 snímací jednotka pro zaznamenání teploty a vlhkosti ze senzorů

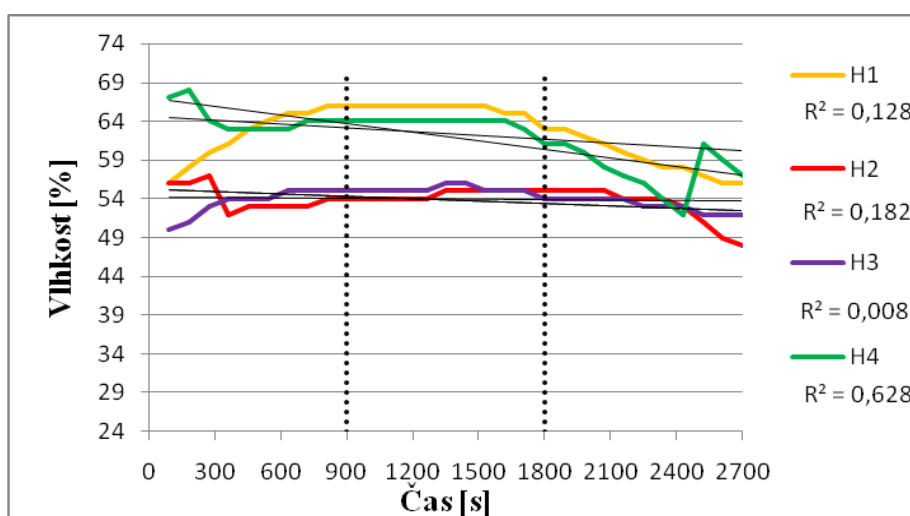
6.4.1. Vyhodnocení naměřených teplot a vlhkostí

Měření bylo vyhodnoceno pomocí grafů dané veličiny v závislosti na čase. Do grafů byly dále zaneseny časové intervaly vždy po 15. minutách pomocí tečkovaných čar černé barvy. Vertikální osy grafů bylo nutné posunout z důvodů toho, že kdyby měly grafy klasický počátek v nule, byly by grafy velmi nepřehledné.

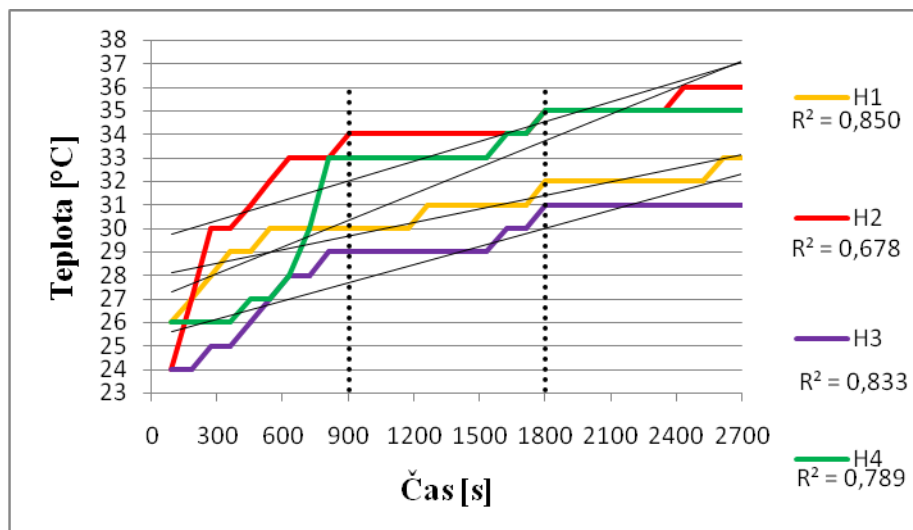


Obr. 25 - Graf závislosti teploty na čase pro subjekt A

Subjekt A měl nejvyšší teploty v oblasti mezi lopatkami a v oblasti hýždí, viz obr. 25. Teploty se zvyšovaly plynule. Největší teplotní nárůst byl v prvním časovém intervalu. Vlhkosti subjektu byly přibližně konstantní s výjimkou kolísání vlhkostí na hýždích a stehnech, viz obr. 26. Nejvyšší vlhkosti byly naměřeny v oblasti hýždí a stehen.

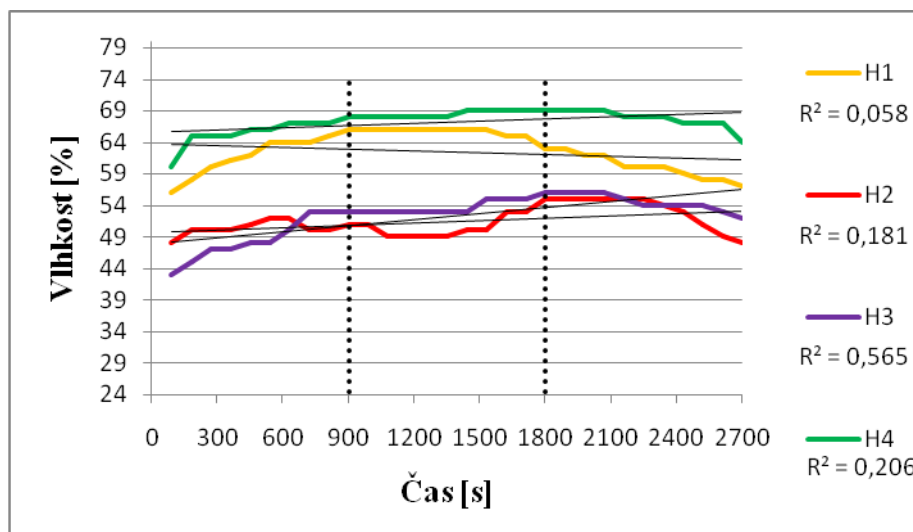


Obr. 26 - Graf závislosti vlhkosti na čase pro subjekt A

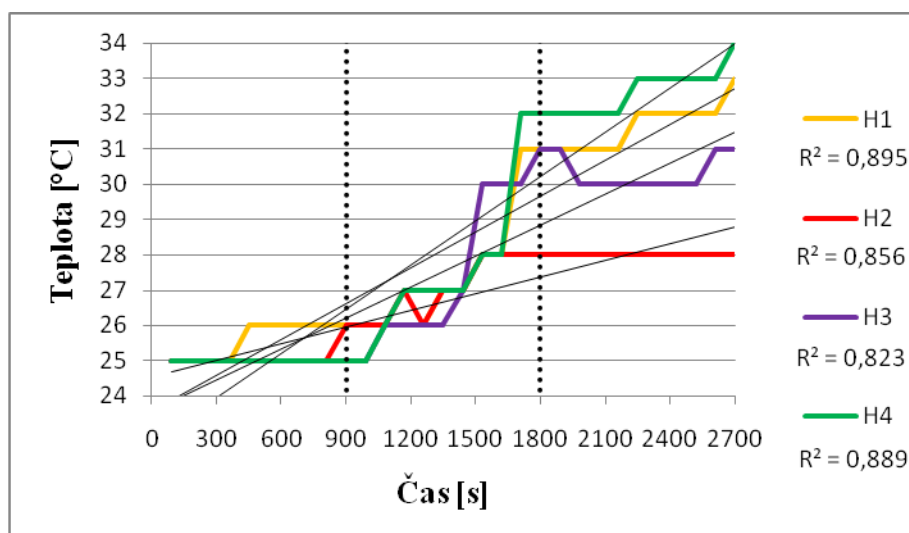


Obr. 27 - Graf závislosti teploty na čase pro subjekt B

Teploty měřené na subjektu B dosahovaly nejvyšších hodnot v oblasti mezi lopatkami a v oblasti hýždí. Teploty celkově prudce narůstaly během prvního časového intervalu a poté se nárůst teplot zmírnil, viz obr. 27. Nejvyšší teplota byla naměřena v oblasti lopatek 36 °C a hýždí 35 °C. Vlhkosti byly přibližně konstantní kromě kolísání v oblasti stehén, viz obr. 28. Nejvyšší vlhkosti byly naměřeny v oblasti hýždí a stehén.

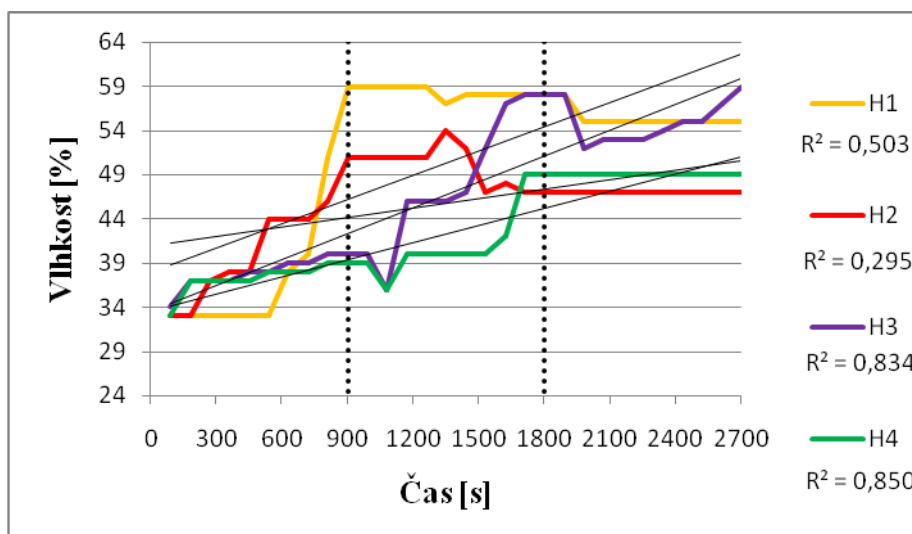


Obr. 28 - Graf závislosti vlhkosti na čase pro subjekt B

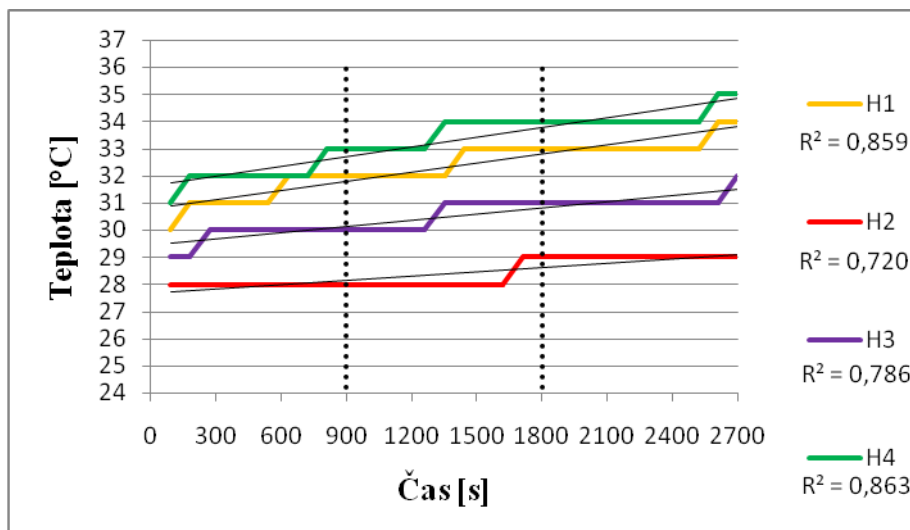


Obr. 29 - Graf závislosti teploty na čase pro subjekt C

Z měření teploty na subjektu C je vidět, že hodnoty rapidně narůstaly ve druhém časovém intervalu, viz obr. 29. Nejvyšší hodnoty teploty byly naměřeny v oblasti hýždí 34 °C a steh 33 °C. Vlhkosti subjektu C velmi kolísaly, viz obr. 30. Nejvyšší hodnoty vlhkosti byly naměřeny v oblasti steh 54 % a v oblasti bederní části zad 59 %.

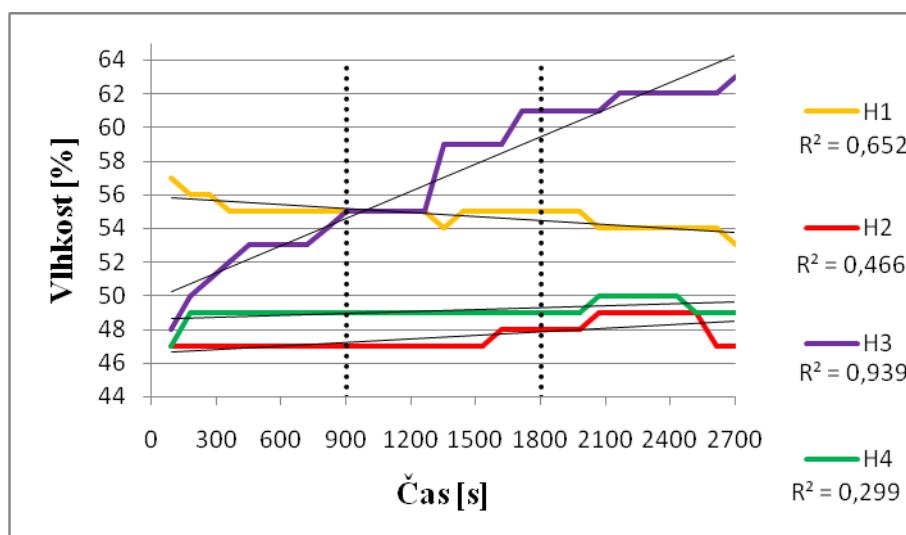


Obr. 30 - Graf závislosti vlhkosti na čase pro subjekt C

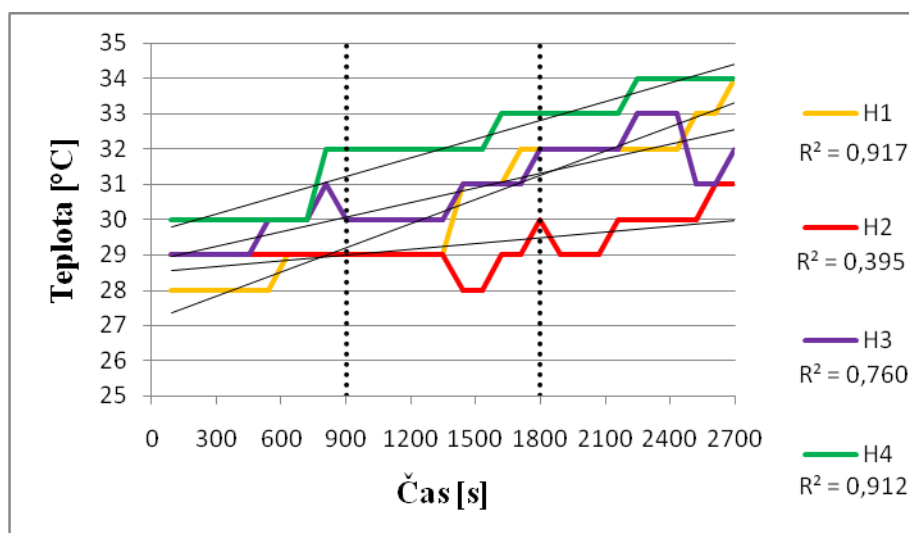


Obr. 31 - Graf závislosti teploty na čase pro subjekt D

Teploty měřené na subjektu D stoupaly velmi mírně, viz obr. 31. Nejvyšší hodnoty teploty byly naměřeny v oblasti stehů 34 °C a hýždí 35 °C. Teploty naměřené na opěradle jsou velmi mírné a teploty naměřené v oblasti lopatek jsou téměř konstantní s růstem teploty pouze o 1 °C. Vlhkosti naměřené na subjektu D jsou velmi rozdílné, viz obr. 32. Výrazně nejvyšší hodnoty byly naměřeny v bederní oblasti zad 63 %, ostatní vlhkosti jsou téměř konstantní s mírnými výchyly.

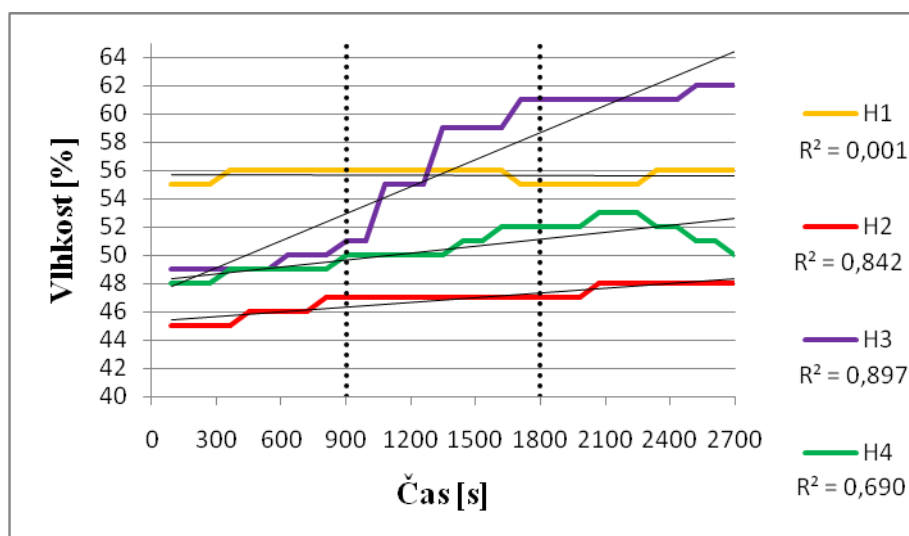


Obr. 32 - Graf závislosti vlhkosti na čase pro subjekt D

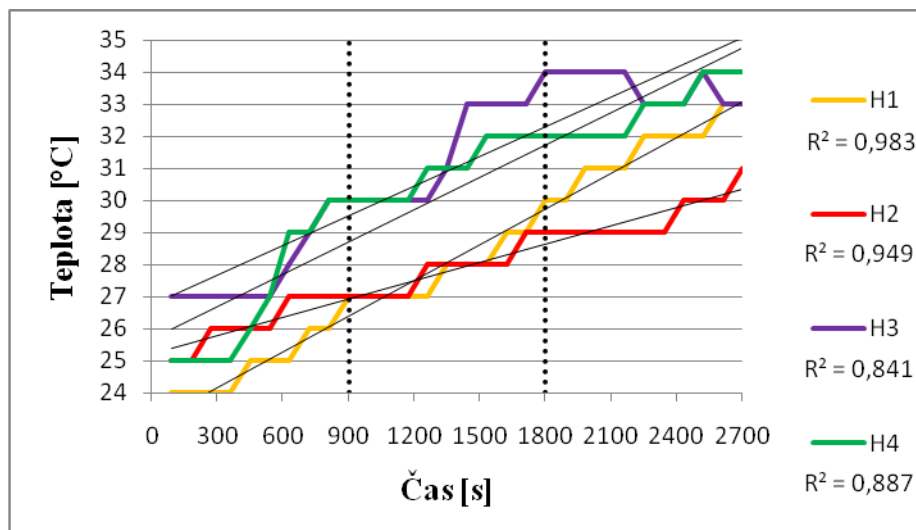


Obr. 33 - Graf závislosti teploty na čase pro subjekt E

Z naměřených hodnot teploty subjektu E je vidět, že teploty narůstaly rovnoměrně ve všech časových intervalech, viz obr. 33. Nejvyšší hodnoty teploty byly naměřeny v oblasti hýždí 34 °C. Vlhkosti subjektu E kolísaly velmi mírně s výjimkou vlhkosti získaných ze senzoru H3, viz obr. 34. Zde byla naměřena nejvyšší hodnota vlhkosti 62% a jednalo se o bederní oblast zad.

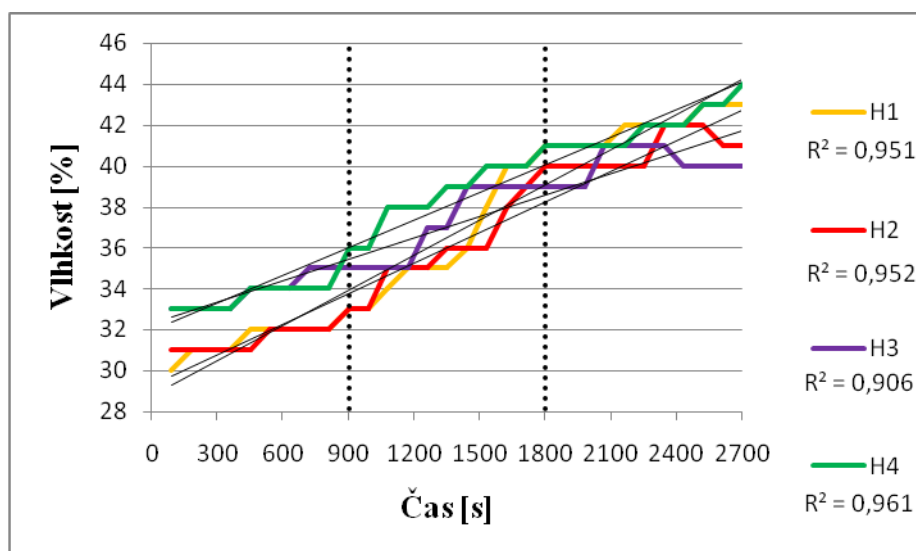


Obr. 34 - Graf závislosti vlhkosti na čase pro subjekt E



Obr. 35 - Graf závislosti teploty na čase pro subjekt F

Teploty naměřené na subjektu F se zvyšovaly prudce ve všech časových intervalech, viz obr. 35. Přibližně se zvýšily hodnoty teploty o 7 °C během 45. minut. Nejvyšší hodnoty teploty byly naměřeny v oblasti hýždí 34 °C a v oblasti lopatek 34 °C. Vlhkosti narůstaly nejvýrazněji v druhém časovém intervalu. Vlhkosti naměřené na subjektu F byly ve všech oblastech podobné, viz obr. 36. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny v oblasti hýždí 44 % a stehy 43 %.



Obr. 36 - Graf závislosti vlhkosti na čase pro subjekt F

Grafy byly proloženy lineární regresní přímkou se zobrazením koeficientů determinace (po odmocnění dostaneme korelační koeficient). Hodnoty teplot se zvyšovaly s rostoucí dobou sezení na sedadle, což i potvrzují vysoké hodnoty závislosti.

Nejvyšších hodnot teploty bylo naměřeno v oblastech hýždí. Hodnoty vlhkosti kolísaly téměř ve všech případech. Toto může být vysvětleno tím, že se subjekty během klidného sedu na sedadle aklimatizovaly a přizpůsobily se teplotám okolí. Dále se přizpůsobily také sedadlu a přestaly se potit. Převážně nejvyšší hodnoty vlhkosti byly naměřeny v oblasti hýždí a lopatek. V části hýždí byly zjištěny z měření na tlakové podložce nejvyšší tlaky. V oblasti lopatek byly také naměřené zvýšené tlaky. Dalo by se tedy říci, že vlhkost je také závislá na tlaku, jelikož některé hodnoty koeficientů potvrzují velmi vysokou závislost. Tlak způsobí stlačení výplně sedadla, které se přizpůsobí profilu hýždí a dochází k úplnému zamezení odvětrávání. Měření bylo dále ovlivněno rasovým podnětem, jelikož je dokázáno, že se každé rasy potí jinak. Nejvíce se potí černoši, poté běloši a nejméně se potí asiáté [31]. Z naměřených výsledků bylo vybráno třicet hodnot od každého senzoru. Vybrané hodnoty byly rozděleny do výše zmíněných časových intervalů. Toto bylo provedeno z důvodu velkého množství dat, které by nebylo možné vložit do této práce (přibližně 600 hodnot pro každý senzor). Z těchto hodnot byly dále vypočítány základní statistiky, viz tabulky níže. Pro určení okolních podmínek byly senzory ponechány po dobu 5. minut volně položené na sedadle a výsledné hodnoty teploty a vlhkosti byly zprůměrovány. Průměrná vlhkost v místnosti byla 30 % a teplota 25 °C.

Tab. 8 - Základní statistika pro subjekt A

Senzor	Průměrná hodnota		Směrodatná odchylka		Variační koeficient		95% interval spolehlivosti	
	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [%]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]
H1	30,63	62,30	1,85	3,64	6,03	5,84	<29,94 - 31,32>	<60,94 - 63,66>
H2	34,37	53,83	2,30	1,90	6,68	3,52	<33,51 - 35,22>	<53,13 - 54,54>
H3	29,40	53,93	1,33	1,44	4,52	2,66	<28,90 - 29,89>	<53,40 - 54,47>
H4	33,73	61,80	2,24	3,69	6,65	5,97	<32,90 - 34,57>	<60,42 - 63,18>

Tab. 9 - Základní statistika pro subjekt B

Senzor	Průměrná hodnota		Směrodatná odchylka		Variační koeficient		95% interval spolehlivosti	
	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [%]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]
H1	30,63	62,47	5,39	3,20	5,39	5,13	<30,02 - 31,25>	<61,27 - 63,66>
H2	33,40	51,40	2,69	2,34	8,04	4,56	<32,40 - 34,40>	<50,53 - 52,27>
H3	28,97	52,33	2,22	3,42	7,67	6,53	<28,14 - 29,80>	<51,06 - 53,61>
H4	32,20	67,23	3,37	1,96	10,46	2,91	<30,94 - 33,46>	<66,50 - 67,97>

Tab. 10 - Základní statistika pro subjekt C

Senzor	Průměrná hodnota		Směrodatná odchylka		Variační koeficient		95% interval spolehlivosti	
	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [%]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]
H1	28,30	50,73	2,84	10,21	10,04	20,13	<27,24 - 29,36>	<46,92 - 54,55>
H2	26,73	45,90	1,34	5,25	5,00	11,45	<26,23 - 27,23>	<43,94 - 47,86>
H3	27,67	47,13	2,55	8,45	9,22	17,93	<26,71 - 28,62>	<43,98 - 50,29>
H4	28,53	42,60	3,50	5,54	12,27	13,00	<27,23 - 29,84>	<40,53 - 44,67>

Tab. 11 - Základní statistika pro subjekt D

Senzor	Průměrná hodnota		Směrodatná odchylka		Variační koeficient		95% interval spolehlivosti	
	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [%]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]
H1	32,33	54,80	0,96	0,76	2,97	1,39	<31,98 - 32,69>	<54,52 - 55,08>
H2	28,40	44,57	0,50	0,82	1,75	1,72	<28,21 - 28,59>	<47,26 - 47,87>
H3	30,50	57,27	0,68	4,41	2,24	7,70	<30,25 - 30,75>	<55,62 - 58,91>
H4	33,30	49,10	1,02	0,55	3,07	1,12	<33,92 - 33,68>	<48,90 - 49,30>

Tab. 12 - Základní statistika pro subjekt E

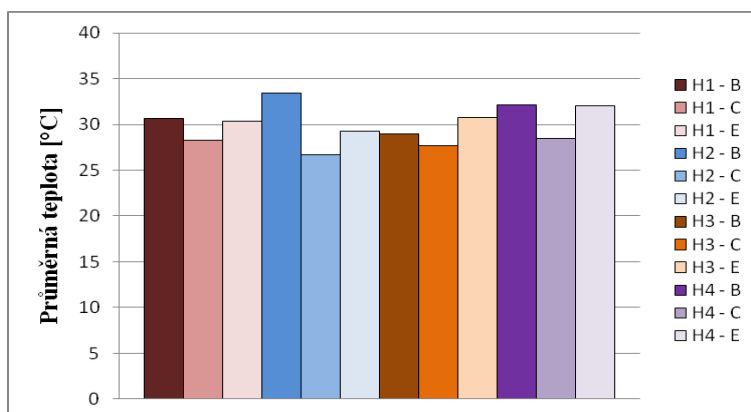
Senzor	Průměrná hodnota		Směrodatná odchylka		Variační koeficient		95% interval spolehlivosti	
	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [%]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]
H1	30,33	55,67	1,88	0,48	6,02	0,86	<29,63 - 31,04>	<55,49 - 55,85>
H2	29,27	46,87	0,69	0,97	2,36	2,08	<29,01 - 29,52>	<46,50 - 47,23>
H3	30,77	56,07	1,25	5,33	4,07	9,51	<30,30 - 31,23>	<54,98 - 58,06>
H4	32,10	50,50	1,47	1,55	4,58	3,07	<31,55 - 32,65>	<49,92 - 51,08>

Tab. 13 - Základní statistika pro subjekt F

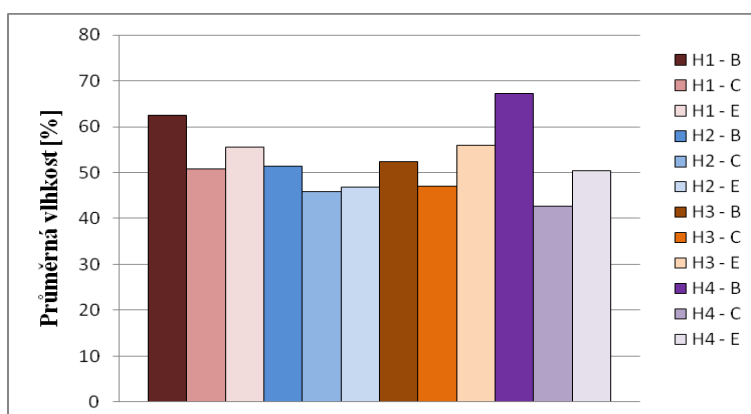
Senzor	Průměrná hodnota		Směrodatná odchylka		Variační koeficient		95% interval spolehlivosti	
	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [%]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]
H1	28,23	36,77	2,96	4,64	10,47	12,63	<27,13 - 29,34>	<35,03 - 38,50>
H2	27,87	36,23	1,55	4,05	5,55	11,17	<27,29 - 28,44>	<34,72 - 37,75>
H3	31,03	37,17	2,66	2,89	8,57	7,78	<30,04 - 32,03>	<36,09 - 38,25>
H4	30,37	38,23	2,83	3,62	9,33	9,46	<29,31 - 31,43>	<36,88 - 39,58>

6.4.2. Porovnání naměřených hodnot teplot a vlhkostí

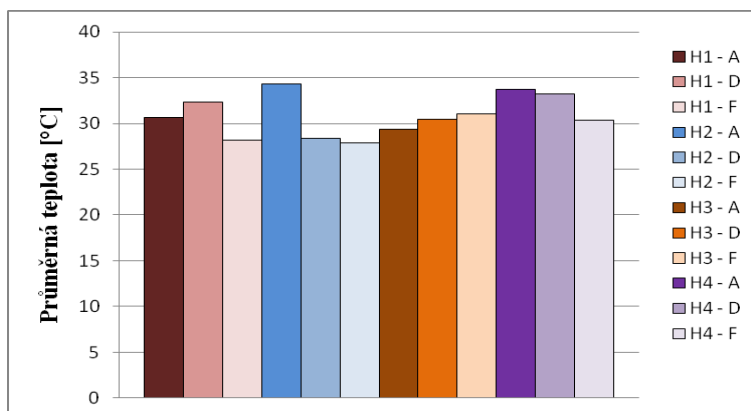
Pro lepší zobrazení a představu byly průměrné hodnoty zaneseny do grafů. Tyto grafy slouží také pro srovnání jednotlivých výsledků teplot a vlhkosti jednotlivých subjektů. Grafy byly pro přehlednost rozděleny dle demografického hlediska na muže a ženy.



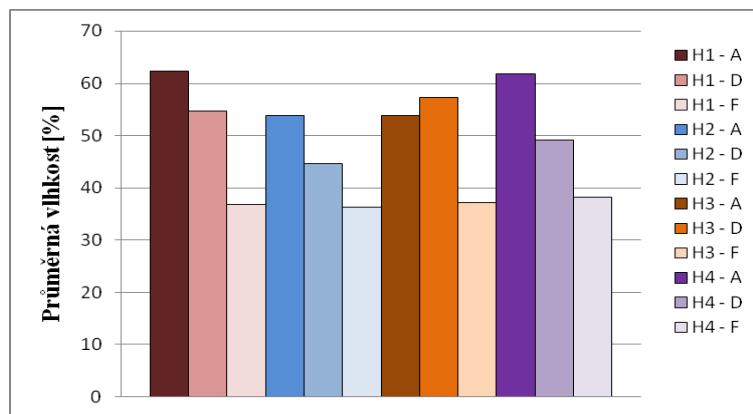
Obr. 37 - Graf porovnání průměrných teplot pro muže



Obr. 38 - Graf porovnání průměrných vlhkostí pro muže



Obr. 39 - Graf porovnání průměrných teplot pro ženy



Obr. 40 - Graf porovnání průměrných vlhkostí pro ženy

Z porovnání teplot a vlhkostí mezi muži a ženami (viz obr. 37 až 40) je vidět, že teploty obou pohlaví jsou srovnatelné. Také naměřené vlhkosti jsou téměř srovnatelné s rozdílem subjektu představujícího Indickou ženu (subjekt F), kde jsou výrazně nižší hodnoty.

6.5. Měření tlaků na vybraných subjektech

Osoby byly měřeny ve dvou základních polohách. Jelikož řidiči často volí polohu sedu, ve které se neopírají celou plochou zad o opěradlo, ale přenáší velkou část zatížení na bederní část zad, byla zvolena poloha, která se nejvíce podobá této poloze. Tato poloha je dále nazvána jako „normální sed“. Jako druhá poloha byla zvolena ta, ve které měřený subjekt sedí tak, že se opírá celou plochou zad o opěradlo a hlavu si opírá o hlavovou opěrku.

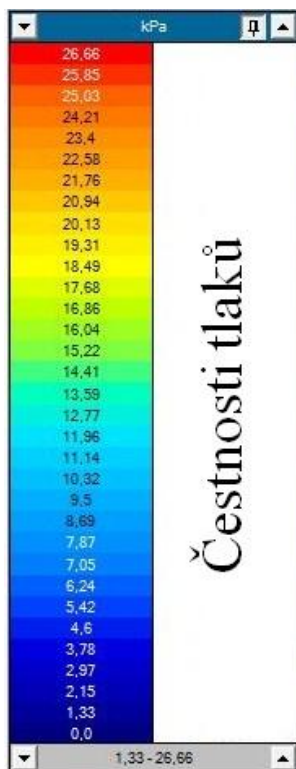
Měření bylo dále rozděleno:

- tlaková interakce mezi zády a opěradlem
- tlaková interakce mezi hýžděmi a sedákem

6.5.1. Vyhodnocení naměřených tlaků

Měřený tlak byl vyhodnocen pomocí programu Xsenzor- X3. Nastavená stupnice pro měření byla v rozsahu od 1,33 do 26,66 kPa. Tlakové mapy byly zaznamenávány pomocí barevné stupnice, ke které byla připojena tabulka četností příslušných tlaků, viz obr. 41. Jelikož bylo sedadlo opatřeno ovládáním velikosti

bederní podpory, byly tlakové mapy měřeny při minimálním nastavení velikosti bederní podpory.

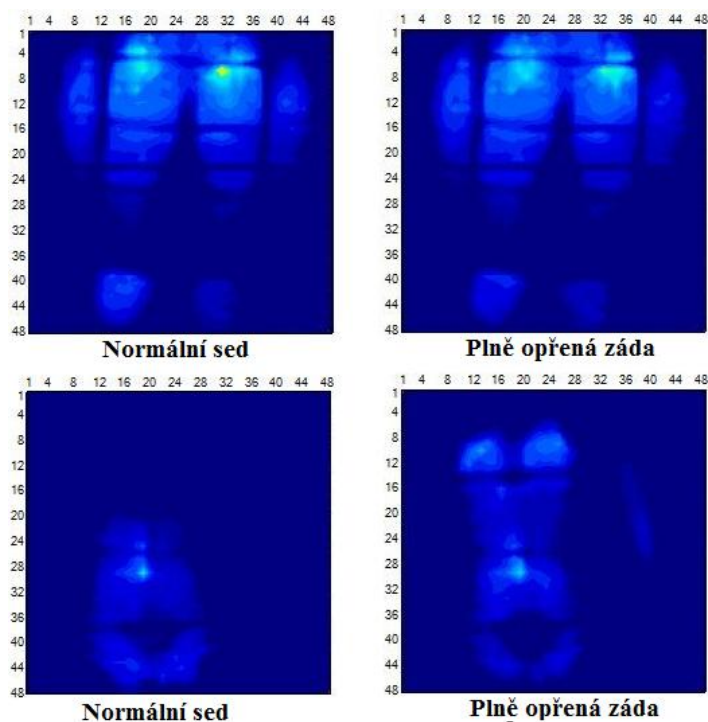


Obr. 41 - Zvolená stupnice tlaků

Sedadlo z vozu ŠKODA Octavia II

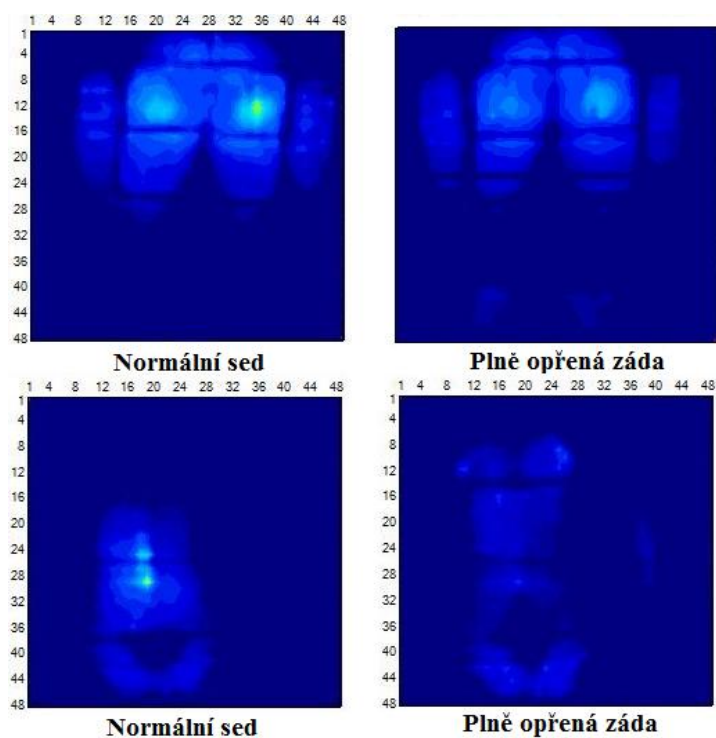
Z naměřených map hýždí subjektu A (viz obr. 42) je vidět, že se největší tlaková místa soustředila do oblasti sedacích hrbolů. Na spodních stranách tlakových map jsou vidět tlaková místa způsobená tlaky od konců stehů v podkolení části. Na těchto místech by měl být tlak minimální až žádný dle výše zmíněných doporučení (viz kapitola 2.1.). Na bocích tlakových map jsou vidět výrazné tlaky na bočních podporách sedáku. Subjekt A měl v oblastech sedacích hrbolů a stehů kde byl naměřen vysoký tlak také zvýšenou teplotu a vlhkost při poloze opřeného sedu.

Z tlakových map zad je vidět, že se zvýšené tlaky soustřeďují do míst, kde je páteř a také do míst lopatek. Zvýšené tlaky jsou i v oblasti okolo těchto míst. Subjekt A měl v těchto místech nižší teplotu a vlhkost oproti místům na hýždích a stehnech.

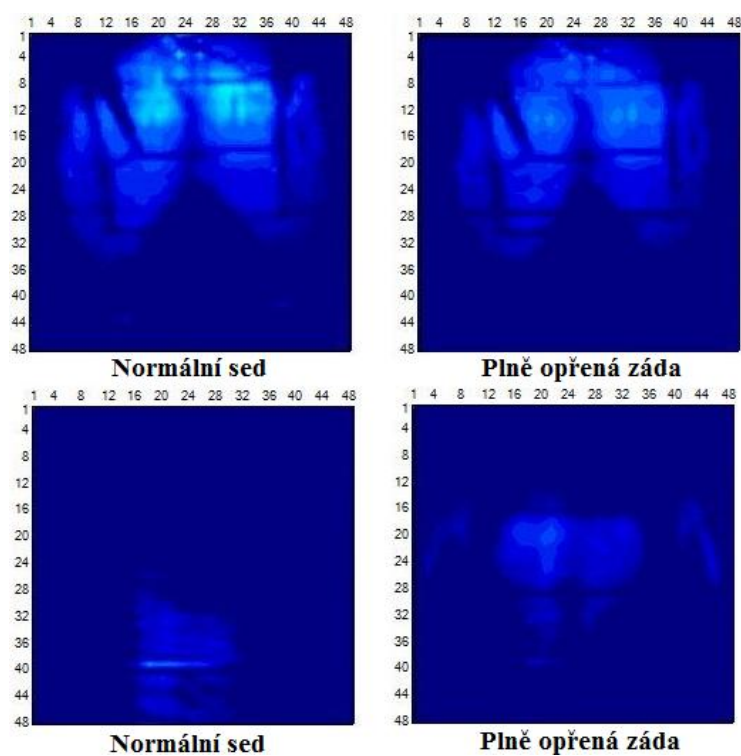


Obr. 42 - Tlakové mapy subjektu A – ŠKODA Octavia II

Na tlakových mapách hýždí subjektu B (viz obr. 43) jsou největší tlaky soustředěny do míst okolo sedacích hrbolů. Kromě sedacích hrbolů jsou tlakové mapy méně výrazné. Subjekt B měl v těchto místech také zvýšenou teplotu a vlhkost především v oblasti stehen. Na tlakových mapách zad jsou vidět zvýšené tlaky v oblasti okolo páteře především v poloze normálního sedu a v oblasti lopatek při poloze plně opřených zad. Subjekt v tomto případě měl v oblasti okolo lopatek nejvyšší teplotu při opřeném sedu. Na tlakové mapě zad je vidět, že v této oblasti měl subjekt vyšší tlakové působení.



Obr. 43 - Tlakové mapy subjektu B - ŠKODA Octavia II

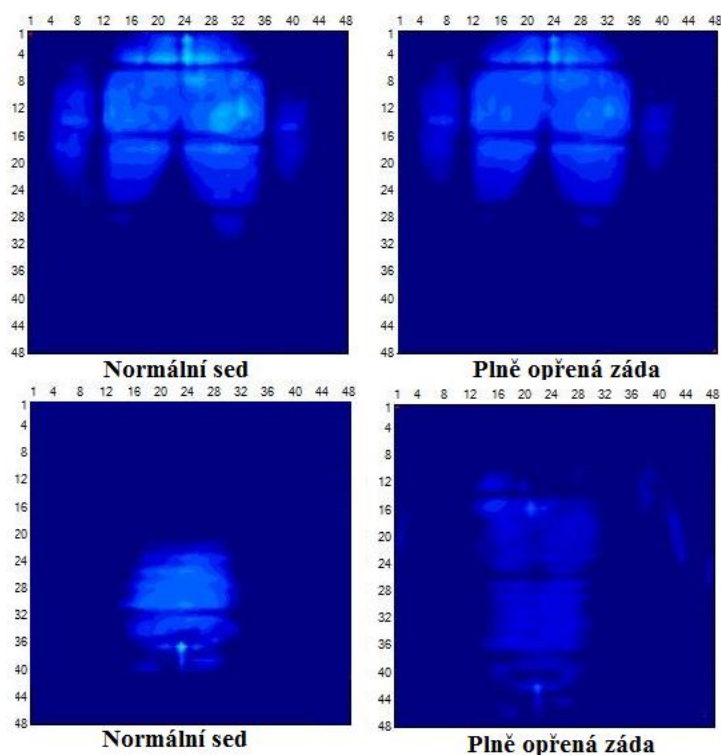


Obr. 44 - Tlakové mapy subjektu C - ŠKODA Octavia II

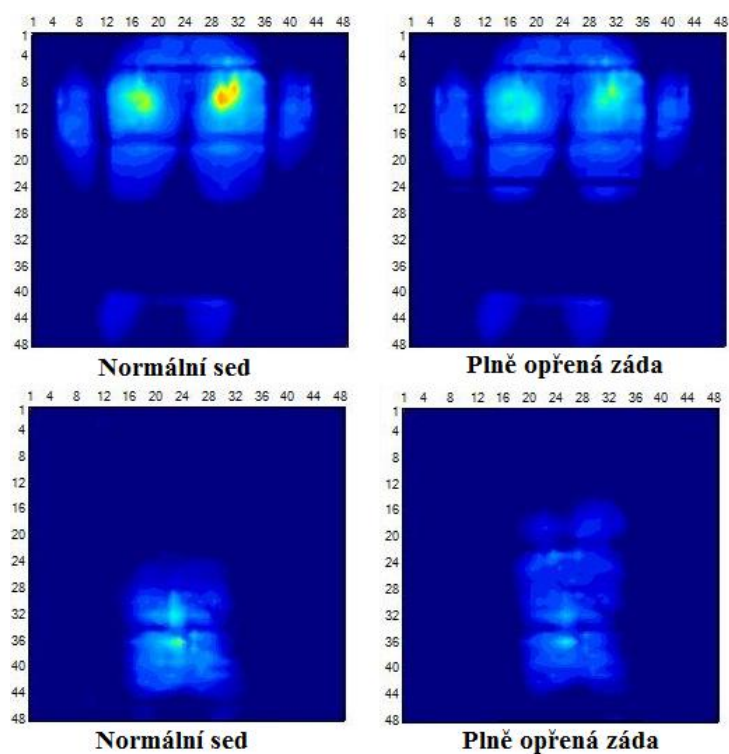
Subjekt C (viz obr. 44) měl tlakové mapy celkově málo výrazné v oblasti zad. Tlaky zde byly spíše rovnoměrné bez velkých zvýšení. Malé zvýšení je vidět v oblasti

okolo lopatek v opřené poloze a okolo bederní části v normální poloze sedu. Na hýždích jsou tlaky opět rovnoměrně rozprostřené bez výrazných tlakových míst. Zvýšené tlakové působení je v oblasti sedacích hrbolů. V těchto místech měl subjekt největší hodnoty teplot (v oblasti stehen i hýždí). Největší hodnotu vlhkosti měl v oblasti stehen.

Subjekt D (viz obr. 45) představoval druhou nejtěžší osobu v experimentu. Z talkových map hýždí je vidět, že jsou tlaky rovnoměrně rozloženy bez tlakových špiček. Na tlakových mapách zad jsou vidět výrazné tlaky v oblasti okolo páteře. V poloze normálního sedu je vidět zvýšené tlakové působení v oblasti křížové kosti. V těchto místech měl subjekt D největší hodnoty vlhkosti a zvýšenou hodnotu teploty. Dále měl subjekt zvýšenou hodnotu vlhkosti v oblasti stehen a největší hodnoty teploty v oblasti stehen a hýždí.

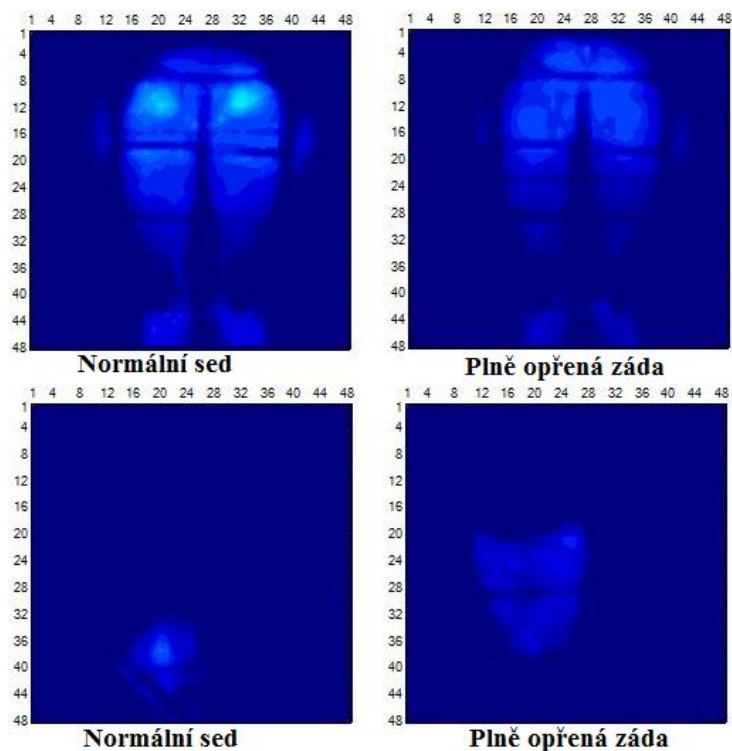


Obr. 45 - Tlakové mapy subjektu D - ŠKODA Octavia II



Obr. 46 - Tlakové mapy subjektu E - ŠKODA Octavia II

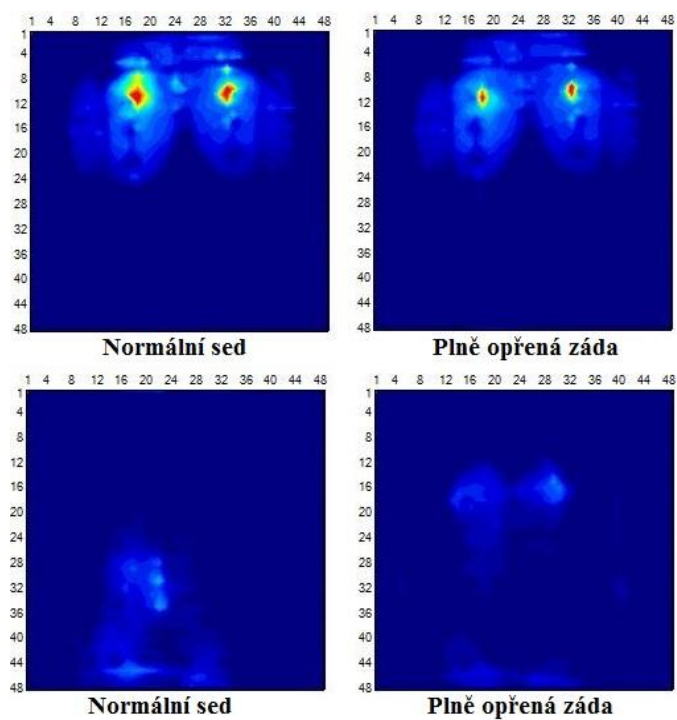
Subjekt E (viz obr. 46) představoval nejtěžší osobu, která byla měřena. Na tlakových mapách hýždí jsou vidět výrazná tlaková místa v oblasti sedacích hrbolů především v poloze normálního sedu. V těchto místech měl subjekt zvýšené hodnoty vlhkosti a největší hodnoty teplot jak ve stehenní oblasti, tak v oblasti hýždí. Tlakové mapy zad ukazují zvýšené hodnoty tlaku v oblasti okolo páteře a při normální poloze sedu také v celé oblasti bederní podpory.



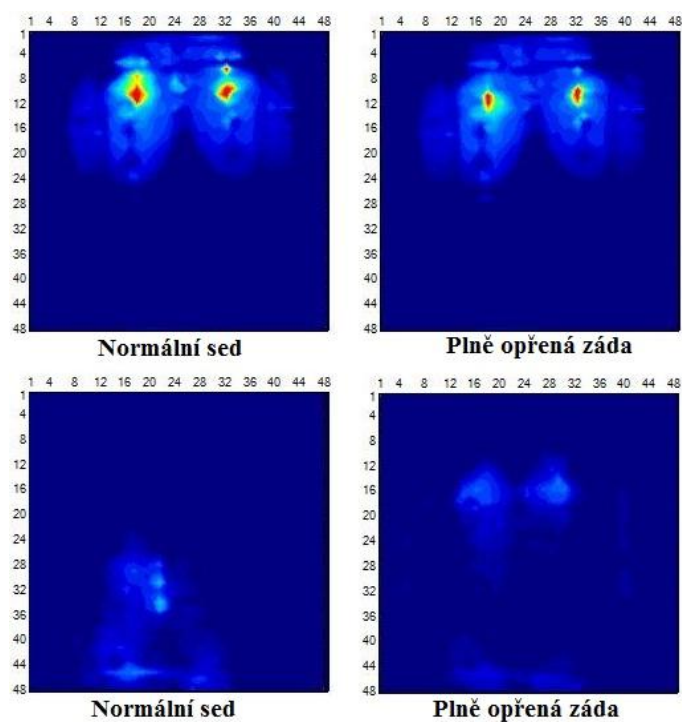
Obr. 47 - Tlakové mapy subjektu F - ŠKODA Octavia II

Subjekt F (viz obr. 47) představoval nejlehčí a také nejmenší měřenou osobu. Z tlakových map je vidět, že v oblasti hýždí při normální poloze sedu byly zvýšené tlaky v oblasti okolo sedacích hrbolů. Jinak je názorně vidět, že jsou mapy nevýrazné. V tomto případě by bylo dobré upravit rozsah stupnice. Pro zachování měřítka pro srovnání s ostatními subjekty byl rozsah stupnice ponechán. Na tlakových mapách hýždí je evidentní jeden velký nedostatek sedadla a to konkrétně špatná délka sedáku. Je vidět, že subjekt F má rozsáhlé tlakové mapy v oblasti kolen, což by při delší době sezení mohlo vyvolávat bolest, jak je uvedeno výše (viz kapitola 2.1) z důvodů velkého množství povrchových nervů v této oblasti. Všechny tabulky četnosti a vypočítané statistiky tlaků jsou uvedeny v příloze č. 1.

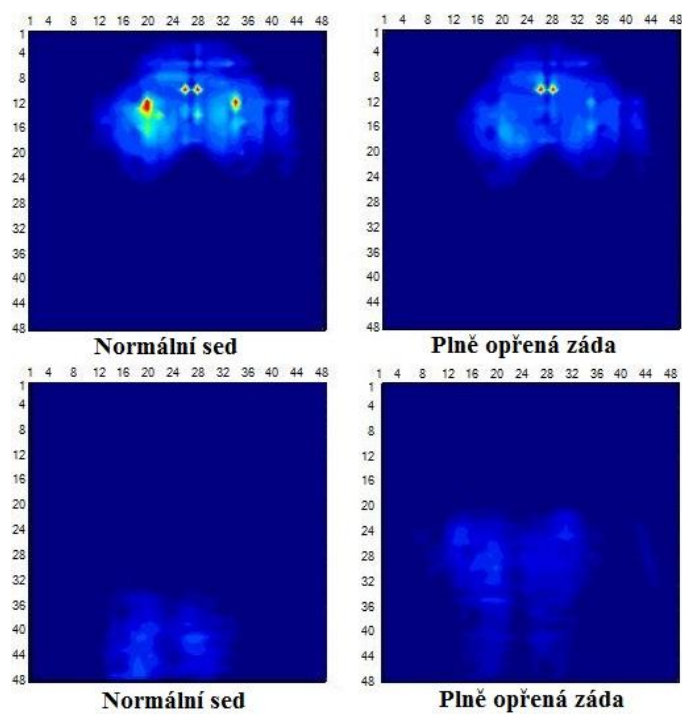
Starší sedadlo používané ve vozech ŠKODA



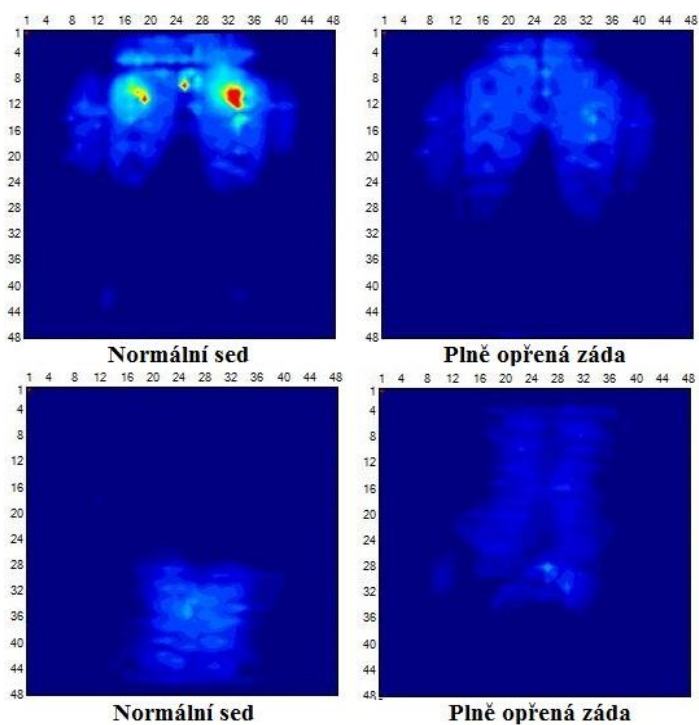
Obr. 48 - Tlakové mapy subjektu A - starší sedadlo ŠKODA



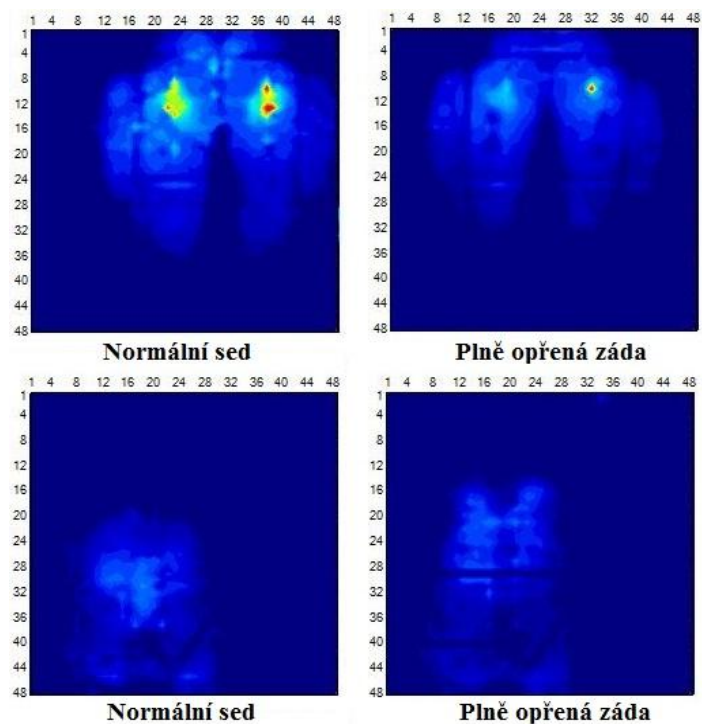
Obr. 49 - - Tlakové mapy subjektu B - starší sedadlo ŠKODA



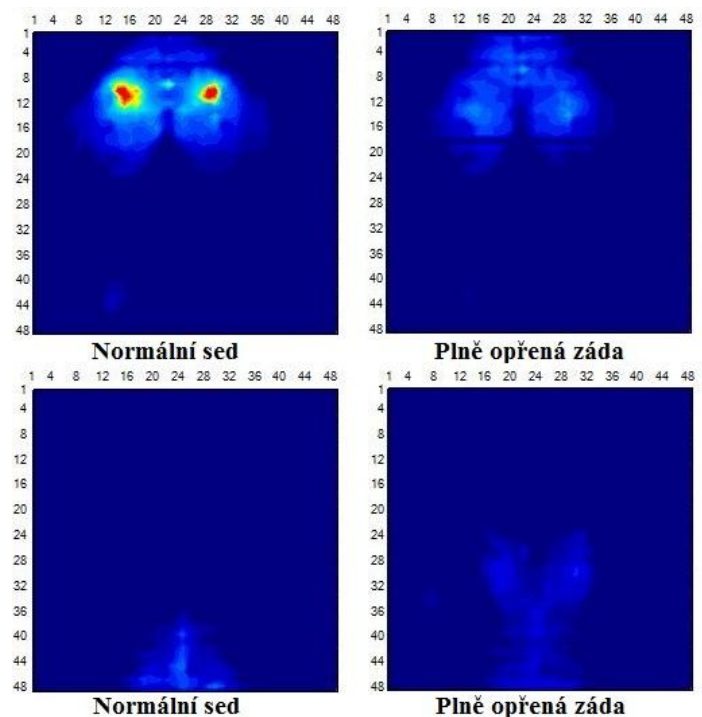
Obr. 50 - - Tlakové mapy subjektu C - starší sedadlo ŠKODA



Obr. 51 - - Tlakové mapy subjektu D - starší sedadlo ŠKODA



Obr. 52 - - Tlakové mapy subjektu E - starší sedadlo ŠKODA



Obr. 53 - Tlakové mapy subjektu F - starší sedadlo ŠKODA

Při porovnání tlakových map (viz obr. 48 až 53) je na první pohled jednoznačně vidět, že pružované sedadlo vykazovalo značné tlakové špičky v oblasti hýždí pro každý z měřených subjektů. Toto může být vysvětleno tím, že toto sedadlo má oproti sedadlu ŠKODA Octavia II výrazně menší boční podpory. To má za následek

rozprostření tkáně hýždí do větší šířky a tím se i zmenší vrstva tkáně mezi sedákem a sedacími hrboly pánve. Tím se také tlak sdružuje do úzké oblasti kolem těchto hrbolů. V těchto místech působí většina hmotnosti, kterou hýždě nesou. Naopak sedadlo z vozu ŠKODA Octavia II má výrazné boční podpory což má za následek stlačovat hýždí. Tímto se i zvětšuje tloušťka tkáně mezi sedákem a sedacími hrboly subjektu. Tlak poté působí rovnoměrněji a je rozložen do větší plochy. Dále je vidět ze všech tlakových map, že pro polohu normálního sedu jsou tlakové mapy a špičky výraznější, jelikož při této poloze nesou hýždě vyšší hmotnost trupu. Tlakové mapy na opěradle jsou pro obě sedadla srovnatelné.

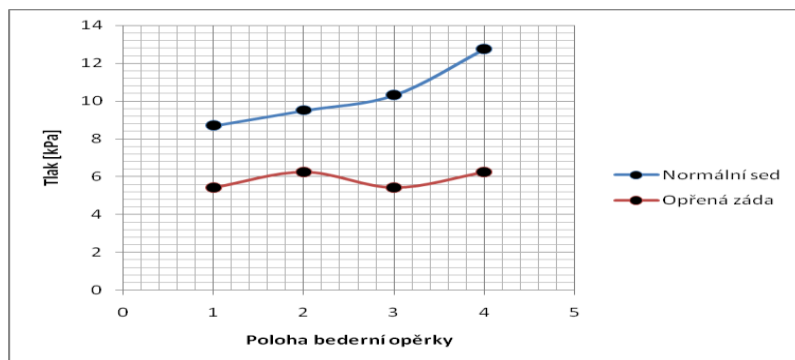
6.6. Vliv velikosti bederní opěrky na tlak působící na záda

Jelikož bylo měřené sedadlo opatřeno regulací velikosti bederní podpory, byl také pouze okrajově zkoumán vliv polohy bederní opěrky na tlak působící na záda opět ve dvou polohách sedu. Aby bylo zachováno určité měřítko, byly na sedadlo a otočný šroub zakresleny body. Poté se otáčelo šroubem vždy o 180° . Tímto způsobem byly stanoveny 4 polohy bederní podpory od 1 minimální polohy do 4 maximální polohy, viz obr. 54.



Obr. 54 - Polohy bederní opěrky

Výsledné hodnoty byly zaneseny do grafu, viz Obr. 55, ze kterého je vidět, že nejmenší naměřený tlak byl při minimálním nastavení bederní opěrky v poloze normálního sedu. V poloze plně opřených zad byly tlaky srovnatelné. Tlakové mapy, viz přílohy č. 3.



Obr. 55 - Vliv polohy bederní opěrky na tlak

6.7. Vypracování dotazníku pro měřené subjekty

Měření respondenti seděli na sedadle po dobu 45. minut. Po tuto dobu byly zkoumány jejich pocity, které se mění v závislosti na čase. Pro vyhodnocení a zachycení těchto pocitů byl vytvořen velmi jednoduchý dotazník, viz Tab. 14. Tento dotazník byl rozdělen do tří časových intervalů v rozmezí 15. minut. Respondenti byli dotazováni na stejné otázky ve všech intervalech. Hodnotící stupnice byla zvolena numerická, kdy respondent hodnotil svůj pocit na stupnici od 1 do 5. Stupnice byla sestupná, takže v případě že respondent hodnotil svůj pocit číslem 1, byla tato vlastnost hodnocená jako nejlepší a naopak číslo 5 bylo nejhorší. Dotazník sloužil pro získání subjektivního názoru.

Tab. 14 - Vzor dotazníku

Číslo otázky	15, 30 a 45 minut od posazení na sedadlo				
1	Jak byste hodnotil/a ztuhlost či bolest hýždí?				
	1	2	3	4	5
2	Jak byste hodnotil/a ztuhlost či bolest stehů?				
	1	2	3	4	5
3	Jak byste hodnotil/a ztuhlost či bolest v oblasti kostrče?				
	1	2	3	4	5
4	Jak byste hodnotil/a ztuhlost či bolest zad v bederní oblasti?				
	1	2	3	4	5
5	Jak byste hodnotil/a ztuhlost či bolest zad v oblasti lopatek?				
	1	2	3	4	5
6	Jak byste hodnotil/a teplo v oblasti opěradla?				
	1	2	3	4	5
7	Jak byste hodnotil/a teplo v oblasti sedáku?				
	1	2	3	4	5
8	Jak byste hodnotil/a vlhkost (pocení) na ploše opěradla?				
	1	2	3	4	5
9	Jak byste hodnotil/a vlhkost (pocení) na ploše sedáku?				
	1	2	3	4	5

6.8. Vyhodnocení dotazníku

Subjekt A, který představoval Čínskou ženu, odpovídal na otázky po prvních patnácti minutách tak, že hodnotil otázky číslo 1. ztuhlost či bolest hýždí, 2. ztuhlost či bolest stehů, 3. ztuhlost či bolest v oblasti kostrče, 4. ztuhlost či bolest v bederní oblasti a 5. ztuhlost či bolest v oblasti lopatek známkou jedna. Zbylé otázky byly hodnoceny známkou dva. Po dalších patnácti minutách se odpovědi změnily tak, že subjekt hodnotil první dvě otázky známkou tři. Dále se změnilo hodnocení otázek číslo 5. na známku dva a otázek číslo 6. a 8. na známku tři. Po dalších patnácti minutách se změnila známka o jeden stupeň na hodnotu tři u otázek 4., 7. a 9. a otázka číslo 4. se změnila o dva stupně na známku čtyři. Otázka číslo 3. se neměnila po celou dobu měření.

Subjekt B, který představoval Indického muže, odpovídal na otázky po prvních patnácti minutách tak, že hodnotil otázky číslo 1., 2. a 3. známkou jedna, jinak hodnotil ostatní otázky známkou dva. Po dalších patnácti minutách se změnilo hodnocení prvních dvou otázek o jeden stupeň na známku dva, a otázky číslo 6. a 8. také o jeden stupeň na známku tři. Po posledních patnácti minutách se změnily první dvě otázky o jeden stupeň na hodnotu tři, otázky 4. a 5. o dva stupně na známku čtyři a otázky číslo 7. a 9. o jeden stupeň na známku tři. Otázka číslo 3. se neměnila po celou dobu měření.

Subjekt C, který představoval Čínského muže, odpovídal na otázky po prvních patnácti minutách tak, že hodnotil otázku číslo 1. známkou dva. Dále hodnotil otázky 4. a 7. známkou čtyři a otázky 5., 6., 8. a 9. známkou 3. Po dalších patnácti minutách se změnilo hodnocení u otázek číslo 1. a 3. na známku tři, otázky 4. – 8. byly hodnoceny známkou čtyři a otázka 9. zůstala hodnocená známkou tři. Po posledních patnácti minutách se změnilo hodnocení otázky číslo 2. na známku dva, ostatní otázky byly hodnoceny známkou čtyři. Tento subjekt jako jediný hodnotil zvyšující se bolest v oblasti kostrče, což souvisí s tlakovými mapami (viz kapitola 6.5.1), které na tomto subjektu byly naměřeny, jelikož se tlaky soustředily také okolo kostrče.

Subjekt D, který představoval Ruskou ženu, odpovídal na otázky po prvních patnácti minutách tak, že hodnotil všechny otázky známkou jedna. Po dalších patnácti minutách se změnilo hodnocení u otázek 1., 2. a 5. – 9. na známku dva. Po posledních patnácti minutách se změnilo hodnocení všech otázek s výjimkou otázky číslo 3. na

známku tři. Také u tohoto subjektu byl pozorován tlak okolo kostrče, ovšem na vyplnění dotazníku to nemělo žádný vliv.

Subjekt E, který představoval Ruského muže, odpovídal na otázky po prvních patnácti minutách tak, že hodnotil otázky číslo 6. – 9. známkou dva, jinak zůstalo hodnocení na známce jedna. Po dalších patnácti minutách se změnilo hodnocení pouze prvních dvou otázek na známku dva. Po posledních patnácti minutách se změnilo hodnocení všech otázek na známku tři, s výjimkou otázky číslo 3., která zůstala po celou dobu hodnocená známkou jedna.

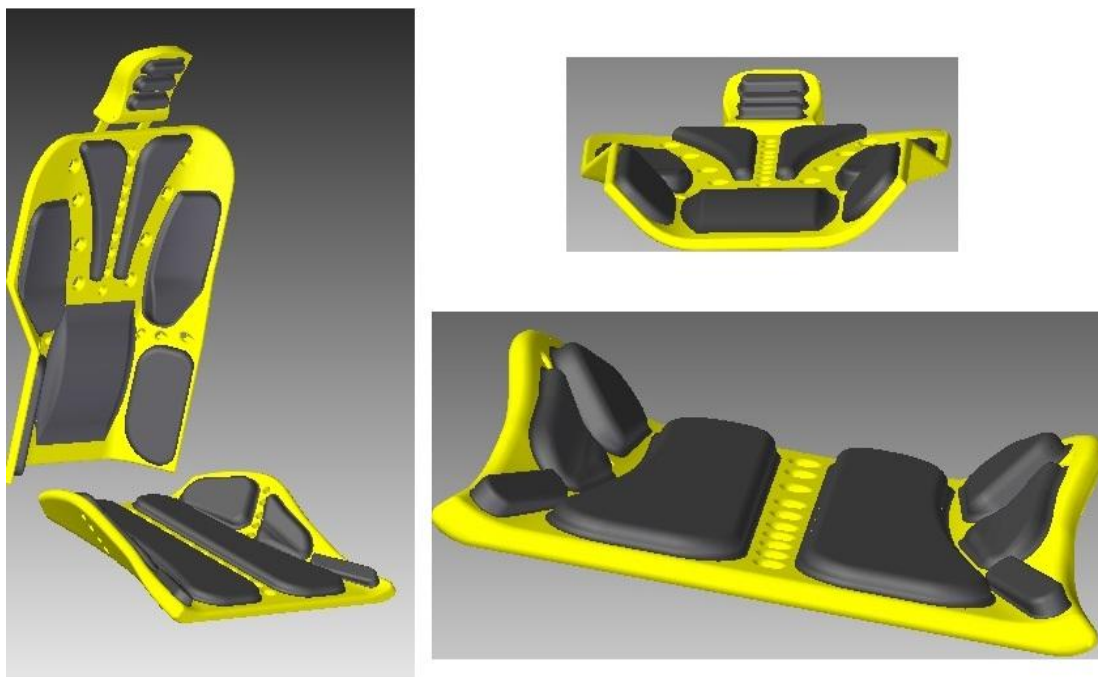
Subjekt F, který představoval Indickou ženu, odpovídal na otázky po prvních patnácti minutách tak, že hodnotil otázky 6. a 7. známkou dva jinak zůstaly otázky hodnoceny známkou jedna. Po dalších patnácti minutách byly hodnoceny všechny otázky známkou dva s výjimkou otázky číslo 3., která byla hodnocena známkou jedna. Po posledních patnácti minutách se změnilo hodnocení pouze u otázek číslo 1. a 4. – 7. na známku tři.

7. Diskuze vhodných návrhů do budoucna z hlediska zlepšení komfortu

Jednou z možností by bylo vytvořit jakousi databázi, která by byla rozdělena například do třech oddílů, kterým by byly přiřazeny antropometrické a hmotnostní charakteristiky dané třídy. První oddíl by například zahrnoval 95% vzorek mužů z hlediska antropometrických a hmotnostních charakteristik. Druhý oddíl by zahrnoval 5% ženy z hlediska antropometrických a hmotnostních charakteristik a nakonec třetí oddíl by zahrnul střední hodnotu všech (dalo by se dělit oddíly i na 75% a 25% kvartily a 50% kvantil populace atd.). Tyto oddíly by vyhovovaly obsaženým skupinám populace. Zákazník by poté pouze vyplnil jisté potřebné informace, které by ho zařadily do určitého oddílu. Automobil by se stal pohodlným pouze pro majitele, který vyplnil své rozměry (popř. rozměry osoby, pro který je automobil určen). Ostatním uživatelům, kteří si automobil například vypůjčí, by sedadlo nevyhovovalo. Tento problém by mohl alespoň z malé části kompenzovat polohovací systém sedadla.

Jako další by bylo možné změnit celkovou stavbu automobilového sedadla. Toto by mohlo být dosaženo změnou uspořádání polyuretanové pěny. Polyuretanová pěna

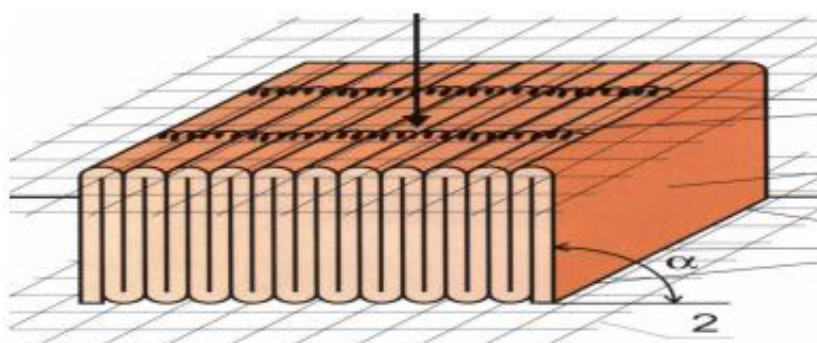
by mohla být na sedadle a opěradle pouze v blocích, které by byly různě vzdálené od sebe, tak aby mezery mezi bloky sloužily jako odvětrávání kontaktních míst sedadla. Tyto mezery (kanály) by musely být dostatečně široké, aby nedocházelo při stlačení bloků k jejich deformaci. Touto deformací by docházelo k ucpání kanálů a zamezení průchodu vzduchu. Do základního nosného materiálu mezi kanály by mohly být vyvrtány jednotlivé díry, které by umožňovaly dostatečný odvod tepla a vlhkosti od lidského těla. Nosnou část sedadla (konstrukci) by tvořil výlisek, který by měl požadovaný tvar. Tento výlisek by bylo nutné vytvořit z dostatečně pevného materiálu, který by dobře odolával namáhání způsobené vahou uživatele. Dále by se tento výlisek musel opatřit vhodnou povrchovou úpravou, aby nedocházelo k poranění uživatele a také z důvodu lepšího designu. Nakonec by bylo nutné celou soustavu opatřit prvky pro polohování a nastavení sedadla. Tento návrh by mohl být proveden v podstatě ve dvou variantách, buď potažená celá soustava vhodným materiálem, nebo odhalená s potaženými bloky pěny. Pro lepší představu byl vytvořen 3D model, který rozměrově odpovídá co nejvíce doporučeným rozměrům. Dále bylo přihlédnuto k poznatkům získaným z experimentální části jako je například velikost bederní opěrky (poloměr zaoblení bederní opěrky byl zvolen 250 mm a výška bederního oblouku 25 mm), délky a šířky opěradla a sedáku, viz obr. 56.



Obr. 56 - Model navrženého sedadla

Bloky pěny při této úpravě by bylo vhodné volit spíše měkčího charakteru, a na bočních podporách sedáku a opěradla spíše tvrdší aby nedocházelo k příliš velké deformaci pěny, která má za úkol tvarovat kontaktní tkáň tak, aby byla co největší tloušťka tkáně mezi kostí a sedákem nebo opěradlem. Nevýhodou tohoto řešení by mohlo být zvětšení tlaku tím, že se zmenší kontaktní plocha mezi sedákem a uživatelem. S přihlédnutím k tlakovým mapám by toto zvýšení tlaku mohlo být pouze nepatrné, ovšem přesné závěry by bylo možné stanovit po experimentech provedených na prototypu.

Dále by bylo možné také změnit materiál výplně. Jelikož je polyuretanová pěna prakticky neprodyšná a nedovoluje odvod vlhkosti, bylo by možné volit různé textilní alternativy. Jednou z těchto alternativ může být nahrazení polyuretanové pěny za vertikálně skládanou textilií. Tato textilie by mohla poskytnout mnohem lepší odvod tělesné vlhkosti a také by mohla příznivě ovlivnit regulaci teploty. Tato skládaná textilie je dnes běžně vytvářena na přístroji ROTIS, který byl vyvinut v rámci technické univerzity v Liberci, a může být také opatřena například různými výztužnými mřížkami. Na tomto přístroji je také možné vytvářet vícevrstvou skládanou textilií, která by mohla příznivě ovlivnit také podporu namáhaných částí těla. Jednoduché schéma skládané textilie, viz obr. 57 [30]. V případě, že by tato skládaná textilie nedosahovala potřebné pružnosti, by bylo možné textilií například vrstvit na tenkou podložku z polyuretanu, který by zlepšil tuto pružnost.



Obr. 57 - Schéma vertikálně skládané textilie [30]

8. ZÁVĚR

Nejdůležitějším faktorem pro výzkum a vývoj automobilových sedadel je pochopení všech faktorů ovlivňujících komfort a nalézt jednoznačný kompromis mezi těmito faktory a subjektivními vjemy uživatele. Otázkou ovšem zůstává, zda je toto opravdu možné.

Z porovnání tlakových map dvou sedadel vyplývá, že boční podpory sedáku mají vliv na rozložení tlaku v oblasti hýždí. V případě sedadla z automobilu ŠKODA Octavia II měla výrazné boční podpory sedáku, čímž docházelo k rozložení tlaku do větší plochy. Toto bylo způsobeno tlačáním hýždí, což mělo za následek zvětšení tloušťky tkáně mezi plochou sedáku a sedacími hrboly. Tímto došlo ke zmírnění tlakových špiček. Naopak u sedadla běžně používaného ve vozech ŠKODA byly boční podpory téměř nulové. V tomto případě došlo k rozložení tkáně po celé ploše sedáku a snížení tloušťky tkáně mezi sedákem a sedacími hrboly. Tímto došlo k prosezení sedáku a celý tlak horní poloviny těla se soustředil pouze do těchto dvou míst sedacích hrbolů. Z tohoto důvodu vznikly na naměřených tlakových mapách výrazné tlakové špičky právě v těchto oblastech. Na naměřených tlakových mapách opěradla nedocházelo k výrazným tlakům. Pouze v některých případech byly zvýšené tlaky v oblasti okolo páteře. Výrazná místa okolo páteře byla pozorována převážně u žen.

Ze získaných údajů z dotazníků bylo zjištěno, že odpovědi nelze podložit pomocí výše provedených experimentálních měření tlaků, vlhkostí a teplot. Porovnání nemůže být provedeno z důvodů subjektivního faktoru, který také znemožňuje jednoznačné určení problému popřípadě aplikaci různých matematických analýz a hypotéz. Problém u dotazníků je to, že to co jeden subjekt označí známkou čtyři, nemusí ten další vnímat stejným způsobem. Každý máme jinak posunuté pocity a vnímání a také proto se nemusí shodovat hodnoty dotazníku a téma naměřenými.

V případě, že by byly snahy o uzpůsobení sedadel na vybrané národy, bylo by nutné provést širší průzkum v oblasti konkrétních národnostních antropometrických charakteristikách. Dále by musely být provedeny rozsáhlejší výzkumné práce v oblasti případných rozdílů v pocení vybraných národů z důvodů rasové různorodosti.

Seznam použité literatury

- [1] Kolich, M.: Applied Ergonomics Vol. 39, Issues 1 - A conceptual framework proposed to formalize the scientific investigation of automobile seat comfort, USA: Ford motor company, January 2008, [citováno 06 – 12 - 2012]
- [2] BOZPinfo, Ergonomie: Držení těla je komplikovanou rovnováhou [online]. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/win/knihovna-bozp/citarna/clanky/lidsky_cinitel/calounici.html [citováno 16 - 12 - 2013].
- [3] Fujimaky, G. Mitsuya, R.: Displays Vol. 23, Issues 1-2 - Study of the seated posture for VDT work, Japan: Graduate School of Human Sciences, Waseda University 2002, [citováno 03 – 01 - 2013]
- [4] Xsensor, LX100 series [online]. Dostupné z: <http://www.xsensor.co.uk/all-products.php> [citován 01 - 04 - 2013]
- [5] DME – Durable Medical Equipment Limited, X sensor pressure mapping [online]. Dostupné z: <http://www.dme.co.nz/productDetails.aspx?ProductID=47> [citováno 03 – 01 - 2013]
- [6] Eliáš, F.: Vliv nanočástic na vlastnosti tvrdých polyuretanových pěn: Bakalářská práce. Brno: VUT, 2012
- [7] Novák, O.: Textilie pro automobilový průmysl – Výroba autosedaadel., dat [prezentace], [citováno 03 – 02 - 2013]
- [8] Reed, M. Schneider, L. Ricci, L.: Technical report, Survey of auto design recommendations for improved comfort, USA: University of Michigan, 1994
- [9] Eur-lex, Směrnice komise 90/630/EHS [online] Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1977L0649:19901206:CS:HTML> [citováno 10 – 03 - 2013].
- [10] Vlasák, P.: Návrh konstrukce sedadla pro pacienty do sanitních vozidel: Diplomová práce. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2009

- [11] Carbodydesign , H –point sample page [online]. Dostupné z: <http://www.carbodydesign.com/gallery/2009/03/04-h-point-automotive-design-guide/3/> [citováno 05 – 04 - 2013]
- [12] Openlab , Design tools: ANSUR Database Calculator [online]. Dostupné z: <http://www.openlab.psu.edu/tools/calculators/AnsurDimensionSelect.php> [citováno 05 – 20 - 2013]
- [13] Impulsprokarieru , Design Faurecia Components Písek, s.r.o. [online]. Dostupné z: <http://www.impulsprokarieru.cz/zamestnavatele/faurecia-components-pisek-sro-38.html> [citováno 05 – 10 - 2013]
- [14] Sciencedirect , Study of the seated posture for VDT work [online]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141938202000057> [citováno 05 – 13 - 2013]
- [15] Xsensor, All products [online]. Dostupné z: <http://www.xsensor.co.uk/all-products.php> [citováno 05 – 15 - 2013]
- [16] DME, X sensor pressure mapping [online]. Dostupné z: <http://www.dme.co.nz/productDetails.aspx?ProductID=47> [citováno 05 – 15 - 2013]
- [17] Wikipedia, Pánev (anatomie) [online]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1nev_\(anatomie\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1nev_(anatomie)) [citováno 05 – 15 - 2013]
- [18] Auto, Škoda octavia II, [online]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/skoda-octavia-iii-vs-ii-ktera-nich-lepsi-73053> [citováno 05 – 22 - 2013]
- [19] Webanswers , Ischiu, [online]. Dostupné z: <http://www.webanswers.com/science/human-anatomy-physiology/where-is-the-ischium-in-the-human-body-100571> [citováno 05 – 16 - 2013]
- [20] CAD, Systémy a bezpečné sezení v automobilu, [online]. Dostupné z: <http://www.cad.cz/strojirenstvi/38-strojirenstvi/2615-ca-systemy-a-bezpecne-sezeni-v-automobilu.html> [citováno 05 – 16 - 2013]
- [21] Porsche-cb, Volkswagen-up, [online]. Dostupné z: <http://www.porsche-cb.cz/novinky/2012/5/volkswagen-up/> [citováno 05 – 17 - 2013]

- [22] Wikipedia, Automobil, [online]. Dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Automobil> [citováno 05 – 17 - 2013]
- [23] Motomagazinspeed, BMW, [online]. Dostupné z:
<http://www.motomagazinspeed.cz/news/bmw-x3-xdrive-20d-a-prvni-pocity-/> [citováno 05 – 17 - 2013]
- [24] Mašek J. – Navrhování sedadel a lehátek, tisk Eduarda Grégra a syna v Praze 1937
- [25] Somatology, Lidská kostra, [online]. Dostupné z:
<http://somatology.webnode.cz/lidska-kostra/> [citováno 05 – 18 - 2013]
- [26] The average body, Average heigh, [online]. Dostupné z:
http://www.theaveragebody.com/average_height.php [citováno 05 – 18 - 2013]
- [27] Wiki.answers, Average height of men women in Russia, [online]. Dostupné z:
http://wiki.answers.com/Q/Average_height_of_men_women_in_Russia [citováno 05 – 18 - 2013]
- [28] Chacha, Average height of men women, [online]. Dostupné z:
<http://www.chacha.com> [citováno 05 – 19 - 2013]
- [29] Healthcaremagic, Standard height and Weight for Indian Men and Women, [online]. Dostupné z: <http://www.healthcaremagic.com/articles/Standard-height-and-Weight-for-Indian-Men-and-Women/7745> [citováno 05 – 20 - 2013]
- [30] Projekt „Nové technologie a speciální komponenty strojů“. Prototyp stroje ROTIS a jeho produkty [prezentace], TUL Liberec, [citováno 19-05-2013].
- [31] Triomen, Pocení, [online]. Dostupné z: <http://www.triomen.cz/aktualita/poceni-5> [citováno 05 – 18 - 2013]
- [32] Hes, L., Sluka P.: Úvod do komfortu textilií, Liberec: TUL, 2005 ISBN 80-7083-926-0
- [33] Smrčka P., Interní zdroj, FBMI ČVUT a 1. LF UK CleverTech, s.r.o.

Seznam obrázků

Obr. 1 - Základní konstrukce autosedadel [13].....	11
Obr. 2 - Faktory ovlivňující komfort [1]	13
Obr. 3 - Průřez polyuretanovou pěnou [7].....	15
Obr. 4 - Deformace páteře [2].....	21
Obr. 5 - Deformace plotének v důsledku kulatých zad [2].....	22
Obr. 6 – Vpravo možnosti podepírání páteře při sezení a vlevo možné schéma tvarování sedačky [2].....	23
Obr. 7 - Sít' senzorů pro měření rozložení tlaku [15].....	23
Obr. 8 - Tlaková mapa [14]	24
Obr. 9 - Místa na pánvi, kde jsou kosti nejbližší k ploše sedadla [17].....	24
Obr. 10 - Tlakové špičky [16].....	25
Obr. 11 - Doporučená délka sedáku [8].....	26
Obr. 12 – Schématicky znázorněné doporučené rozměry sedadla [8]	27
Obr. 13 - Akromiální výška a vzdálenost očí od H – bodu [12].....	28
Obr. 14 - Doporučené rozměry pro bederní podporu [8]	29
Obr. 15 - Úhly lidského těla při sezení v sedadle [8]	30
Obr. 16 - Vzdálenosti kloubů [25]	33
Obr. 17 - Schematická poloha H – bodu [11]	34
Obr. 18 - Blokové schéma snímačů [33]	34
Obr. 19 – Graf rozdílů průměrných výšek postavy vybraných národů.....	39
Obr. 20 - Graf rozdílů průměrných hmotností vybraných národů	39
Obr. 21 - Měřená sedadla.....	40
Obr. 22 – WBAN senzor pro měření teploty a vlhkosti sedadla	41
Obr. 23 - Rozmístění senzorů na sedadle	42
Obr. 24 - F3 snímací jednotka pro zaznamenání teploty a vlhkosti ze senzorů.....	42
Obr. 25 - Graf závislosti teploty na čase pro subjekt A.....	43

Obr. 26 - Graf závislosti vlhkosti na čase pro subjekt A.....	43
Obr. 27 - Graf závislosti teploty na čase pro subjekt B.....	44
Obr. 28 - Graf závislosti vlhkosti na čase pro subjekt B.....	44
Obr. 29 - Graf závislosti teploty na čase pro subjekt C.....	45
Obr. 30 - Graf závislosti vlhkosti na čase pro subjekt C.....	45
Obr. 31 - Graf závislosti teploty na čase pro subjekt D.....	46
Obr. 32 - Graf závislosti vlhkosti na čase pro subjekt D.....	46
Obr. 33 - Graf závislosti teploty na čase pro subjekt E.....	47
Obr. 34 - Graf závislosti vlhkosti na čase pro subjekt E.....	47
Obr. 35 - Graf závislosti teploty na čase pro subjekt F.....	48
Obr. 36 - Graf závislosti vlhkosti na čase pro subjekt F.....	48
Obr. 37 - Graf porovnání průměrných teplot pro muže.....	51
Obr. 38 - Graf porovnání průměrných vlhkostí pro muže.....	51
Obr. 39 - Graf porovnání průměrných teplot pro ženy.....	51
Obr. 40 - Graf porovnání průměrných vlhkostí pro ženy.....	52
Obr. 41 - Zvolená stupnice tlaků.....	53
Obr. 42 - Tlakové mapy subjektu A – ŠKODA Octavia II.....	54
Obr. 43 - Tlakové mapy subjektu B - ŠKODA Octavia II.....	55
Obr. 44 - Tlakové mapy subjektu C - ŠKODA Octavia II.....	55
Obr. 45 - Tlakové mapy subjektu D - ŠKODA Octavia II.....	56
Obr. 46 - Tlakové mapy subjektu E - ŠKODA Octavia II.....	57
Obr. 47 - Tlakové mapy subjektu F - ŠKODA Octavia II.....	58
Obr. 48 - Tlakové mapy subjektu A - starší sedadlo ŠKODA.....	59
Obr. 49 - - Tlakové mapy subjektu B - starší sedadlo ŠKODA.....	59
Obr. 50 - - Tlakové mapy subjektu C - starší sedadlo ŠKODA.....	60
Obr. 51 - - Tlakové mapy subjektu D - starší sedadlo ŠKODA.....	60

Obr. 52 - - Tlakové mapy subjektu E - starší sedadlo ŠKODA	61
Obr. 53 - Tlakové mapy subjektu F - starší sedadlo ŠKODA	61
Obr. 54 - Polohy bederní opěrky.....	62
Obr. 55 - Vliv polohy bederní opěrky na tlak	63
Obr. 56 - Model navrženého sedadla.....	66
Obr. 57 - Schéma vertikálně skládané textilie [30].....	67

Seznam tabulek

Tab. 1 - Základní rozměry polohy bederní podpory [8]	30
Tab. 2 - Hodnoty doporučených úhlů [8]	30
Tab. 3 - Doporučené parametry sedadla [8]	31
Tab. 4 - Tabulka pro přepočet kloubových vzdáleností na základě výšky postavy [24]32	
Tab. 5 - Přepočtené kloubové vzdálenosti vybraných národů	38
Tab. 6 - Průměrné hmotnosti a výška vybraných národů [26, 27, 28, 29].....	39
Tab. 7 - Základní rozměry měřeného sedadla ŠKODA Octavia II [18].....	40
Tab. 8 - Základní statistika pro subjekt A.....	49
Tab. 9 - Základní statistika pro subjekt B.....	49
Tab. 10 - Základní statistika pro subjekt C.....	50
Tab. 11 - Základní statistika pro subjekt D.....	50
Tab. 12 - Základní statistika pro subjekt E	50
Tab. 13 - Základní statistika pro subjekt F	50
Tab. 14 - Vzor dotazníku	63

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Naměřené hodnoty teploty a vlhkosti

Příloha č. 2 – Naměřené hodnoty tlaků ŠKODA Octavia II

Příloha č. 3 – Vyvíjený tlak na záda dle různých poloh bederní podpory

Příloha č. 1 – Naměřené hodnoty teploty a vlhkosti

subjekt A									
Senzor	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]
H1	56	25	90	66	30	990	63	32	1890
	58	27	180	66	30	1080	62	32	1980
	60	28	270	66	30	1170	61	32	2070
	61	29	360	66	31	1260	60	32	2160
	63	29	450	66	31	1350	59	32	2250
	64	29	540	66	31	1440	58	32	2340
	65	30	630	66	31	1530	58	33	2430
	65	30	720	65	31	1620	57	33	2520
	66	30	810	65	31	1710	56	33	2610
	66	30	900	63	32	1800	56	33	2700
H2	56	25	90	54	35	990	55	35	1890
	56	29	180	54	35	1080	55	35	1980
	57	32	270	54	35	1170	55	36	2070
	52	33	360	54	35	1260	54	36	2160
	53	33	450	55	35	1350	54	36	2250
	53	34	540	55	35	1440	54	36	2340
	53	34	630	55	35	1530	53	36	2430
	53	34	720	55	35	1620	51	36	2520
	54	34	810	55	35	1710	49	36	2610
	54	35	900	55	35	1800	48	36	2700
H3	50	26	90	55	29	990	54	30	1890
	51	27	180	55	29	1080	54	30	1980
	53	27	270	55	29	1170	54	30	2070
	54	28	360	55	29	1260	54	31	2160
	54	28	450	56	29	1350	53	31	2250
	54	28	540	56	30	1440	53	31	2340
	55	29	630	55	30	1530	53	31	2430
	55	29	720	55	30	1620	52	31	2520
	55	29	810	55	30	1710	52	31	2610
	55	29	900	54	30	1800	52	31	2700
H4	67	25	90	64	34	990	61	35	1890
	68	28	180	64	34	1080	60	35	1980
	64	31	270	64	34	1170	58	35	2070
	63	32	360	64	34	1260	57	35	2160
	63	33	450	64	34	1350	56	35	2250
	63	33	540	64	35	1440	54	35	2340
	63	33	630	64	35	1530	52	35	2430
	64	34	720	64	35	1620	61	35	2520
	64	34	810	63	35	1710	59	35	2610
	64	34	900	61	35	1800	57	35	2700

subjekt B									
Senzor	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]
H1	56	26	90	66	30	990	63	32	1890
	58	27	180	66	30	1080	62	32	1980
	60	28	270	66	30	1170	62	32	2070
	61	29	360	66	31	1260	60	32	2160
	62	29	450	66	31	1350	60	32	2250
	64	30	540	66	31	1440	60	32	2340
	64	30	630	66	31	1530	59	32	2430
	64	30	720	65	31	1620	58	32	2520
	65	30	810	65	31	1710	58	33	2610
	66	30	900	63	32	1800	57	33	2700
H2	48	24	90	51	34	990	55	35	1890
	50	27	180	49	34	1080	55	35	1980
	50	30	270	49	34	1170	55	35	2070
	50	30	360	49	34	1260	55	35	2160
	51	31	450	49	34	1350	55	35	2250
	52	32	540	50	34	1440	54	35	2340
	52	33	630	50	34	1530	53	36	2430
	50	33	720	53	34	1620	51	36	2520
	50	33	810	53	34	1710	49	36	2610
	51	34	900	55	35	1800	48	36	2700
H3	43	24	90	53	29	990	56	31	1890
	45	24	180	53	29	1080	56	31	1980
	47	25	270	53	29	1170	56	31	2070
	47	25	360	53	29	1260	55	31	2160
	48	26	450	53	29	1350	54	31	2250
	48	27	540	53	29	1440	54	31	2340
	50	28	630	55	29	1530	54	31	2430
	53	28	720	55	30	1620	54	31	2520
	53	29	810	55	30	1710	53	31	2610
	53	29	900	56	31	1800	52	31	2700
H4	60	26	90	68	33	990	69	35	1890
	65	26	180	68	33	1080	69	35	1980
	65	26	270	68	33	1170	69	35	2070
	65	26	360	68	33	1260	68	35	2160
	66	27	450	68	33	1350	68	35	2250
	66	27	540	69	33	1440	68	35	2340
	67	28	630	69	33	1530	67	35	2430
	67	30	720	69	34	1620	67	35	2520
	67	33	810	69	34	1710	67	35	2610
	68	33	900	69	35	1800	64	35	2700

subjekt C									
Senzor	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]
H1	33	25	90	59	26	990	58	31	1890
	33	25	180	59	26	1080	55	31	1980
	33	25	270	59	26	1170	55	31	2070
	33	25	360	59	26	1260	55	31	2160
	33	26	450	57	27	1350	55	32	2250
	33	26	540	58	27	1440	55	32	2340
	38	26	630	58	28	1530	55	32	2430
	40	26	720	58	28	1620	55	32	2520
	51	26	810	58	31	1710	55	32	2610
	59	26	900	58	31	1800	55	33	2700
H2	33	25	90	51	26	990	47	28	1890
	33	25	180	51	26	1080	47	28	1980
	37	25	270	51	27	1170	47	28	2070
	38	25	360	51	26	1260	47	28	2160
	38	25	450	54	27	1350	47	28	2250
	44	25	540	52	27	1440	47	28	2340
	44	25	630	47	28	1530	47	28	2430
	44	25	720	48	28	1620	47	28	2520
	46	25	810	47	28	1710	47	28	2610
	51	26	900	47	28	1800	47	28	2700
H3	34	25	90	40	25	990	58	31	1890
	37	25	180	36	26	1080	52	30	1980
	37	25	270	46	26	1170	53	30	2070
	37	25	360	46	26	1260	53	30	2160
	38	25	450	46	26	1350	53	30	2250
	38	25	540	47	27	1440	54	30	2340
	39	25	630	52	30	1530	55	30	2430
	39	25	720	57	30	1620	55	30	2520
	40	25	810	58	30	1710	57	31	2610
	40	25	900	58	31	1800	59	31	2700
H4	33	25	90	39	25	990	49	32	1890
	37	25	180	36	26	1080	49	32	1980
	37	25	270	40	27	1170	49	32	2070
	37	25	360	40	27	1260	49	32	2160
	37	25	450	40	27	1350	49	33	2250
	38	25	540	40	27	1440	49	33	2340
	38	25	630	40	28	1530	49	33	2430
	38	25	720	42	28	1620	49	33	2520
	39	25	810	49	32	1710	49	33	2610
	39	25	900	49	32	1800	49	34	2700

subjekt D									
Senzor	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]
H1	57	30	90	55	32	990	55	33	1890
	56	31	180	55	32	1080	55	33	1980
	56	31	270	55	32	1170	54	33	2070
	55	31	360	55	32	1260	54	33	2160
	55	31	450	54	32	1350	54	33	2250
	55	31	540	55	33	1440	54	33	2340
	55	32	630	55	33	1530	54	33	2430
	55	32	720	55	33	1620	54	33	2520
	55	32	810	55	33	1710	54	34	2610
	55	32	900	55	33	1800	53	34	2700
H2	47	28	90	47	28	990	48	29	1890
	47	28	180	47	28	1080	48	29	1980
	47	28	270	47	28	1170	49	29	2070
	47	28	360	47	28	1260	49	29	2160
	47	28	450	47	28	1350	49	29	2250
	47	28	540	47	28	1440	49	29	2340
	47	28	630	47	28	1530	49	29	2430
	47	28	720	48	28	1620	49	29	2520
	47	28	810	48	29	1710	47	29	2610
	47	28	900	48	29	1800	47	29	2700
H3	48	29	90	55	30	990	61	31	1890
	50	29	180	55	30	1080	61	31	1980
	51	30	270	55	30	1170	61	31	2070
	52	30	360	55	30	1260	62	31	2160
	53	30	450	59	31	1350	62	31	2250
	53	30	540	59	31	1440	62	31	2340
	53	30	630	59	31	1530	62	31	2430
	53	30	720	59	31	1620	62	31	2520
	54	30	810	61	31	1710	62	31	2610
	55	30	900	61	31	1800	63	32	2700
H4	47	31	90	49	33	990	49	34	1890
	49	32	180	49	33	1080	49	34	1980
	49	32	270	49	33	1170	50	34	2070
	49	32	360	49	33	1260	50	34	2160
	49	32	450	49	34	1350	50	34	2250
	49	32	540	49	34	1440	50	34	2340
	49	32	630	49	34	1530	50	34	2430
	49	32	720	49	34	1620	49	34	2520
	49	33	810	49	34	1710	49	35	2610
	49	33	900	49	34	1800	49	35	2700

subjekt E									
Senzor	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]
H1	55	28	90	56	29	990	55	32	1890
	55	28	180	56	29	1080	55	32	1980
	55	28	270	56	29	1170	55	32	2070
	56	28	360	56	29	1260	55	32	2160
	56	28	450	56	29	1350	55	32	2250
	56	28	540	56	31	1440	56	32	2340
	56	29	630	56	31	1530	56	32	2430
	56	29	720	56	31	1620	56	33	2520
	56	29	810	55	32	1710	56	33	2610
	56	29	900	55	32	1800	56	34	2700
H2	45	29	90	47	29	990	47	29	1890
	45	29	180	47	29	1080	47	29	1980
	45	29	270	47	29	1170	48	29	2070
	45	29	360	47	29	1260	48	30	2160
	46	29	450	47	29	1350	48	30	2250
	46	29	540	47	28	1440	48	30	2340
	46	29	630	47	28	1530	48	30	2430
	46	29	720	47	29	1620	48	30	2520
	47	29	810	47	29	1710	48	31	2610
	47	29	900	47	30	1800	48	31	2700
H3	49	29	90	51	30	990	61	32	1890
	49	29	180	55	30	1080	61	32	1980
	49	29	270	55	30	1170	61	32	2070
	49	29	360	55	30	1260	61	32	2160
	49	29	450	59	30	1350	61	33	2250
	49	30	540	59	31	1440	61	33	2340
	50	30	630	59	31	1530	61	33	2430
	50	30	720	59	31	1620	62	31	2520
	50	31	810	61	31	1710	62	31	2610
	51	30	900	61	32	1800	62	32	2700
H4	48	30	90	50	32	990	52	33	1890
	48	30	180	50	32	1080	52	33	1980
	48	30	270	50	32	1170	53	33	2070
	49	30	360	50	32	1260	53	33	2160
	49	30	450	50	32	1350	53	34	2250
	49	30	540	51	32	1440	52	34	2340
	49	30	630	51	32	1530	52	34	2430
	49	30	720	52	33	1620	51	34	2520
	49	32	810	52	33	1710	51	34	2610
	50	32	900	52	33	1800	50	34	2700

subjekt F									
Senzor	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Čas [s]
H1	30	24	90	33	27	990	41	30	1890
	31	24	180	34	27	1080	41	31	1980
	31	24	270	35	27	1170	41	31	2070
	31	24	360	35	27	1260	42	31	2160
	32	25	450	35	28	1350	42	32	2250
	32	25	540	36	28	1440	42	32	2340
	32	25	630	38	28	1530	42	32	2430
	32	26	720	40	29	1620	43	32	2520
	32	26	810	40	29	1710	43	33	2610
	33	27	900	41	30	1800	43	33	2700
H2	31	25	90	33	27	990	40	29	1890
	31	25	180	35	27	1080	40	29	1980
	31	26	270	35	27	1170	40	29	2070
	31	26	360	35	28	1260	40	29	2160
	31	26	450	36	28	1350	40	29	2250
	32	26	540	36	28	1440	42	29	2340
	32	27	630	36	28	1530	42	30	2430
	32	27	720	38	28	1620	42	30	2520
	32	27	810	39	29	1710	41	30	2610
	33	27	900	40	29	1800	41	31	2700
H3	33	27	90	35	30	990	39	34	1890
	33	27	180	35	30	1080	39	34	1980
	33	27	270	35	30	1170	41	34	2070
	33	27	360	37	30	1260	41	34	2160
	34	27	450	37	31	1350	41	33	2250
	34	27	540	39	33	1440	41	33	2340
	34	28	630	39	33	1530	40	33	2430
	35	29	720	39	33	1620	40	34	2520
	35	30	810	39	33	1710	40	33	2610
	35	30	900	39	34	1800	40	33	2700
H4	33	25	90	36	30	990	41	32	1890
	33	25	180	38	30	1080	41	32	1980
	33	25	270	38	30	1170	41	32	2070
	33	25	360	38	31	1260	41	32	2160
	34	26	450	39	31	1350	42	33	2250
	34	27	540	39	31	1440	42	33	2340
	34	29	630	40	32	1530	42	33	2430
	34	29	720	40	32	1620	43	34	2520
	34	30	810	40	32	1710	43	34	2610
	36	30	900	41	32	1800	44	34	2700

Příloha č. 2 – Naměřené hodnoty tlaků ŠKODA Octavia II

Subjekt - A							
Sedák				Opěradlo			
Normální sed		Opřená záda		Normální sed		Opřená záda	
Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]
1,33	140	1,33	139	1,33	111	1,33	158
2,15	104	2,15	130	2,15	77	2,15	124
2,97	106	2,97	101	2,97	96	2,97	124
3,78	122	3,78	147	3,78	76	3,78	86
4,6	144	4,6	119	4,6	15	4,6	46
5,42	110	5,42	109	5,42	7	5,42	31
6,24	82	6,24	87	6,24	2	6,24	17
7,05	20	7,05	13	7,05	0	7,05	1
7,87	14	7,87	6	7,87	0	7,87	1
8,69	7	8,69	12	8,69	0	8,69	2
9,5	9	9,5	9	9,5	0	9,5	0
10,32	5	10,32	7	10,3	0	10,3	0
11,14	5	11,14	3	11,1	0	11,1	1
11,96	4	11,96	3	12	1	12	0
12,77	5	12,77	2	12,8	0	12,8	0
13,59	2	13,59	3	13,6	0	13,6	0
14,41	0	14,41	0	14,4	0	14,4	0
15,22	1	15,22	1	15,2	0	15,2	0
16,04	0	16,04	0	16	0	16	0
16,86	0	16,86	0	16,9	0	16,9	0
17,68	0	17,68	0	17,7	0	17,7	0
18,49	0	18,49	0	18,5	0	18,5	0
19,31	0	19,31	0	19,3	0	19,3	0
20,13	0	20,13	0	20,1	0	20,1	0
20,94	1	20,94	0	20,9	0	20,9	0
21,76	0	21,76	0	21,8	0	21,8	0
22,58	0	22,58	0	22,6	0	22,6	0
23,4	0	23,4	0	23,4	0	23,4	0
24,21	0	24,21	0	24,2	0	24,2	0
25,03	0	25,03	0	25	0	25	0
25,85	0	25,85	0	25,9	0	25,9	0
26,66	0	26,66	0	26,7	0	26,7	0

Subjekt - B							
Sedák				Opěradlo			
Normální sed		Opřená záda		Normální sed		Opřená záda	
Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]
1,33	111	1,33	137	1,33	86	1,33	194
2,15	88	2,15	107	2,15	74	2,15	135
2,97	115	2,97	120	2,97	80	2,97	115
3,78	132	3,78	105	3,78	85	3,78	40
4,6	102	4,6	108	4,6	46	4,6	12
5,42	135	5,42	104	5,42	20	5,42	2
6,24	58	6,24	32	6,24	5	6,24	0
7,05	22	7,05	7	7,05	1	7,05	0
7,87	3	7,87	6	7,87	2	7,87	0
8,69	7	8,69	7	8,69	2	8,69	0
9,5	8	9,5	2	9,5	1	9,5	0
10,32	7	10,32	0	10,3	1	10,32	0
11,14	5	11,14	0	11,1	2	11,14	0
11,96	1	11,96	0	12	0	11,96	0
12,77	0	12,77	0	12,8	0	12,77	0
13,59	1	13,59	0	13,6	0	13,59	0
14,41	0	14,41	0	14,4	0	14,41	0
15,22	0	15,22	0	15,2	0	15,22	0
16,04	1	16,04	0	16	0	16,04	0
16,86	1	16,86	0	16,9	0	16,86	0
17,68	0	17,68	0	17,7	1	17,68	0
18,49	0	18,49	0	18,5	0	18,49	0
19,31	0	19,31	0	19,3	0	19,31	0
20,13	0	20,13	0	20,1	0	20,13	0
20,94	0	20,94	0	20,9	0	20,94	0
21,76	0	21,76	0	21,8	0	21,76	0
22,58	0	22,58	0	22,6	0	22,58	0
23,4	0	23,4	0	23,4	0	23,4	0
24,21	0	24,21	0	24,2	0	24,21	0
25,03	0	25,03	0	25	0	25,03	0
25,85	0	25,85	0	25,9	0	25,85	0
26,66	0	26,66	0	26,7	0	26,66	0

Subjekt - C							
Sedák				Opěradlo			
Normální sed		Opřená záda		Normální sed		Opřená záda	
Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]
1,33	160	1,33	161	1,33	85	1,33	127
2,15	132	2,15	111	2,15	64	2,15	93
2,97	122	2,97	133	2,97	52	2,97	79
3,78	150	3,78	140	3,78	20	3,78	43
4,6	115	4,6	87	4,6	5	4,6	28
5,42	92	5,42	119	5,42	1	5,42	5
6,24	70	6,24	69	6,24	4	6,24	0
7,05	31	7,05	7	7,05	1	7,05	0
7,87	17	7,87	3	7,87	0	7,87	0
8,69	8	8,69	0	8,69	0	8,69	0
9,5	13	9,5	0	9,5	0	9,5	0
10,32	16	10,32	0	10,32	0	10,32	0
11,14	11	11,14	0	11,14	0	11,14	0
11,96	7	11,96	0	11,96	0	11,96	0
12,77	2	12,77	0	12,77	0	12,77	0
13,59	0	13,59	0	13,59	0	13,59	0
14,41	0	14,41	0	14,41	0	14,41	0
15,22	0	15,22	0	15,22	0	15,22	0
16,04	0	16,04	0	16,04	0	16,04	0
16,86	0	16,86	0	16,86	0	16,86	0
17,68	0	17,68	0	17,68	0	17,68	0
18,49	0	18,49	0	18,49	0	18,49	0
19,31	0	19,31	0	19,31	0	19,31	0
20,13	0	20,13	0	20,13	0	20,13	0
20,94	0	20,94	0	20,94	0	20,94	0
21,76	0	21,76	0	21,76	0	21,76	0
22,58	0	22,58	0	22,58	0	22,58	0
23,4	0	23,4	0	23,4	0	23,4	0
24,21	0	24,21	0	24,21	0	24,21	0
25,03	0	25,03	0	25,03	0	25,03	0
25,85	0	25,85	0	25,85	0	25,85	0
26,66	0	26,66	0	26,66	0	26,66	0

Subjekt - D							
Sedák				Opěradlo			
Normální sed		Opřená záda		Normální sed		Opřená záda	
Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]
1,33	93	1,33	82	1,33	44	1,33	145
2,15	66	2,15	70	2,15	48	2,15	120
2,97	86	2,97	94	2,97	28	2,97	135
3,78	100	3,78	106	3,78	37	3,78	96
4,6	107	4,6	89	4,6	29	4,6	10
5,42	143	5,42	170	5,42	45	5,42	0
6,24	109	6,24	66	6,24	52	6,24	2
7,05	14	7,05	6	7,05	4	7,05	0
7,87	10	7,87	4	7,87	0	7,87	0
8,69	12	8,69	1	8,69	0	8,69	0
9,5	6	9,5	0	9,5	0	9,5	0
10,32	4	10,32	1	10,32	0	10,32	0
11,14	1	11,14	0	11,14	0	11,14	0
11,96	0	11,96	0	11,96	0	11,96	0
12,77	1	12,77	0	12,77	1	12,77	0
13,59	0	13,59	0	13,59	0	13,59	0
14,41	0	14,41	0	14,41	0	14,41	0
15,22	0	15,22	0	15,22	0	15,22	0
16,04	0	16,04	0	16,04	0	16,04	0
16,86	0	16,86	0	16,86	0	16,86	0
17,68	0	17,68	0	17,68	0	17,68	0
18,49	0	18,49	0	18,49	0	18,49	0
19,31	0	19,31	0	19,31	0	19,31	0
20,13	0	20,13	0	20,13	0	20,13	0
20,94	0	20,94	0	20,94	0	20,94	0
21,76	0	21,76	0	21,76	0	21,76	0
22,58	0	22,58	0	22,58	0	22,58	0
23,4	0	23,4	0	23,4	0	23,4	0
24,21	0	24,21	0	24,21	0	24,21	0
25,03	0	25,03	0	25,03	0	25,03	0
25,85	0	25,85	0	25,85	0	25,85	0
26,66	0	26,66	0	26,66	0	26,66	0

Subjekt - E							
Sedák				Opěradlo			
Normální sed		Opřená záda		Normální sed		Opřená záda	
Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]
1,33	137	1,33	192	1,33	49	1,33	54
2,15	112	2,15	134	2,15	27	2,15	78
2,97	100	2,97	89	2,97	23	2,97	85
3,78	132	3,78	65	3,78	13	3,78	28
4,6	125	4,6	99	4,6	7	4,6	4
5,42	97	5,42	105	5,42	3	5,42	0
6,24	38	6,24	4	6,24	2	6,24	0
7,05	13	7,05	0	7,05	0	7,05	0
7,87	9	7,87	0	7,87	0	7,87	0
8,69	6	8,69	0	8,69	0	8,69	0
9,5	4	9,5	0	9,5	0	9,5	0
10,32	2	10,32	0	10,32	0	10,32	0
11,14	5	11,14	0	11,14	0	11,14	0
11,96	3	11,96	0	11,96	0	11,96	0
12,77	0	12,77	0	12,77	0	12,77	0
13,59	1	13,59	0	13,59	0	13,59	0
14,41	0	14,41	0	14,41	0	14,41	0
15,22	0	15,22	0	15,22	0	15,22	0
16,04	0	16,04	0	16,04	0	16,04	0
16,86	0	16,86	0	16,86	0	16,86	0
17,68	0	17,68	0	17,68	0	17,68	0
18,49	0	18,49	0	18,49	0	18,49	0
19,31	0	19,31	0	19,31	0	19,31	0
20,13	0	20,13	0	20,13	0	20,13	0
20,94	0	20,94	0	20,94	0	20,94	0
21,76	0	21,76	0	21,76	0	21,76	0
22,58	0	22,58	0	22,58	0	22,58	0
23,4	0	23,4	0	23,4	0	23,4	0
24,21	0	24,21	0	24,21	0	24,21	0
25,03	0	25,03	0	25,03	0	25,03	0
25,85	0	25,85	0	25,85	0	25,85	0
26,66	0	26,66	0	26,66	0	26,66	0

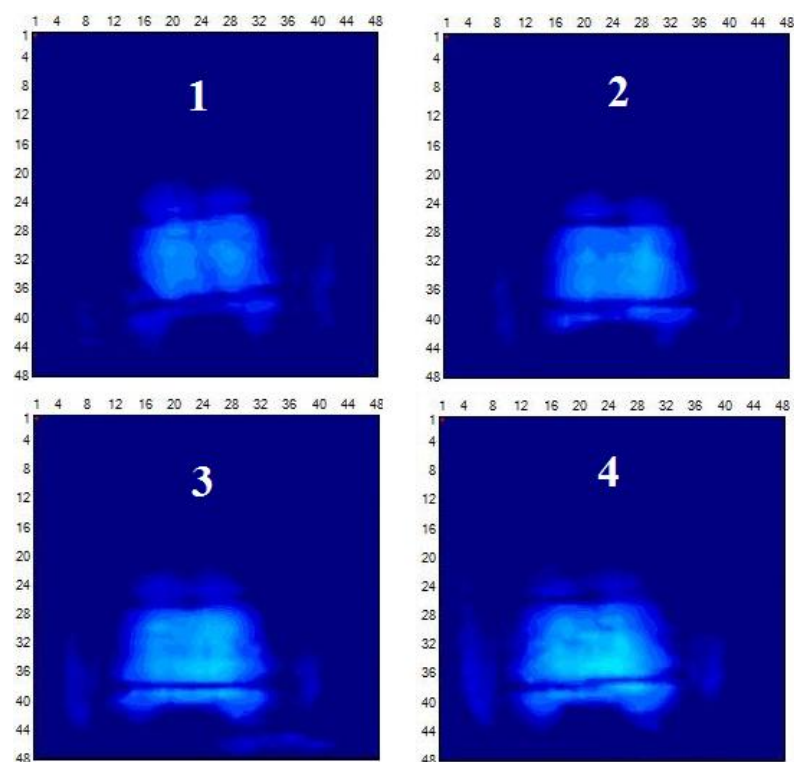
Subjekt - F							
Sedák				Opěradlo			
Normální sed		Opřená záda		Normální sed		Opřená záda	
Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]	Tlak [kPa]	Četnost [-]
1,33	105	1,33	103	1,33	87	1,33	79
2,15	83	2,15	72	2,15	61	2,15	50
2,97	99	2,97	83	2,97	45	2,97	55
3,78	129	3,78	121	3,78	33	3,78	74
4,6	137	4,6	141	4,6	36	4,6	97
5,42	123	5,42	132	5,42	41	5,42	51
6,24	62	6,24	84	6,24	42	6,24	26
7,05	24	7,05	19	7,05	22	7,05	9
7,87	18	7,87	22	7,87	6	7,87	1
8,69	24	8,69	13	8,69	9	8,69	0
9,5	16	9,5	14	9,5	4	9,5	1
10,32	10	10,3	14	10,32	2	10,32	1
11,14	11	11,1	9	11,14	5	11,14	1
11,96	7	12	12	11,96	1	11,96	0
12,77	7	12,8	11	12,77	0	12,77	1
13,59	6	13,6	5	13,59	1	13,59	0
14,41	3	14,4	2	14,41	1	14,41	0
15,22	4	15,2	0	15,22	0	15,22	0
16,04	7	16	1	16,04	1	16,04	0
16,86	0	16,9	0	16,86	0	16,86	0
17,68	1	17,7	0	17,68	0	17,68	0
18,49	1	18,5	0	18,49	0	18,49	0
19,31	2	19,3	0	19,31	0	19,31	0
20,13	1	20,1	0	20,13	0	20,13	0
20,94	0	20,9	0	20,94	0	20,94	0
21,76	1	21,8	0	21,76	0	21,76	0
22,58	2	22,6	0	22,58	0	22,58	0
23,4	0	23,4	0	23,4	0	23,4	0
24,21	0	24,2	0	24,21	0	24,21	0
25,03	0	25	0	25,03	0	25,03	0
25,85	0	25,9	0	25,85	0	25,85	0
26,66	0	26,7	0	26,66	0	26,66	0

Měřený subjekt A		
Sedák - Normální sed	Průměrná hodnota [kPa]	4,13
	Směrodatná odchylka [kPa]	2,30
	Variační koeficient [%]	55,73
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<3,98 - 4,28>
Sedák - Plně opřená záda	Průměrná hodnota [kPa]	3,99
	Směrodatná odchylka [kPa]	2,17
	Variační koeficient [%]	54,31
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<3,85 - 4,13>
Opěradlo - Normální sed	Průměrná hodnota [kPa]	2,64
	Směrodatná odchylka [kPa]	1,19
	Variační koeficient [%]	45,01
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<2,52 - 2,76>
Opěradlo - Plně opřená záda	Průměrná hodnota [kPa]	2,88
	Směrodatná odchylka [kPa]	1,44
	Variační koeficient [%]	50,06
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<2,76 - 2,99>
Měřený subjekt B		
Sedák - Normální sed	Průměrná hodnota [kPa]	4,07
	Směrodatná odchylka [kPa]	2,09
	Variační koeficient [%]	51,27
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<3,92 - 4,21>
Sedák - Plně opřená záda	Průměrná hodnota [kPa]	3,54
	Směrodatná odchylka [kPa]	1,69
	Variační koeficient [%]	47,76
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<3,42 - 3,66>
Opěradlo - Normální sed	Průměrná hodnota [kPa]	3,16
	Směrodatná odchylka [kPa]	1,72
	Variační koeficient [%]	54,32
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<2,99 - 3,33>
Opěradlo - Plně opřená záda	Průměrná hodnota [kPa]	2,22
	Směrodatná odchylka [kPa]	0,90
	Variační koeficient [%]	40,60
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<2,14 - 2,30>

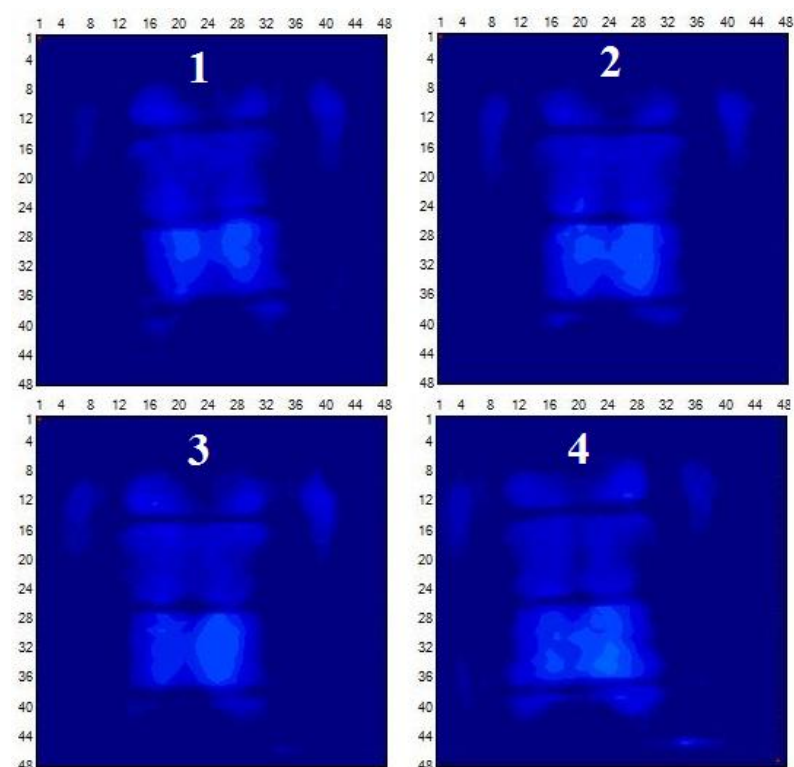
Měřený subjekt C		
Sedák - Normální sed	Průměrná hodnota [kPa]	4,05
	Směrodatná odchylka [kPa]	2,35
	Variační koeficient [%]	57,98
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<3,90 - 4,20>
Sedák - Plně opřená záda	Průměrná hodnota [kPa]	3,53
	Směrodatná odchylka [kPa]	1,64
	Variační koeficient [%]	46,38
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<3,41 - 3,64>
Opěradlo - Normální sed	Průměrná hodnota [kPa]	2,33
	Směrodatná odchylka [kPa]	1,08
	Variační koeficient [%]	46,28
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<2,19 - 2,47>
Opěradlo - Plně opřená záda	Průměrná hodnota [kPa]	2,46
	Směrodatná odchylka [kPa]	1,08
	Variační koeficient [%]	44,05
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<2,35 - 2,57>
Měřený subjekt D		
Sedák - Normální sed	Průměrná hodnota [kPa]	4,32
	Směrodatná odchylka [kPa]	1,93
	Variační koeficient [%]	44,62
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<4,18 - 4,46>
Sedák - Plně opřená záda	Průměrná hodnota [kPa]	4,03
	Směrodatná odchylka [kPa]	1,62
	Variační koeficient [%]	40,23
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<3,91 - 4,15>
Opěradlo - Normální sed	Průměrná hodnota [kPa]	3,92
	Směrodatná odchylka [kPa]	1,85
	Variační koeficient [%]	47,23
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<3,70 - 4,13>
Opěradlo - Plně opřená záda	Průměrná hodnota [kPa]	2,51
	Směrodatná odchylka [kPa]	0,97
	Variační koeficient [%]	38,51
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<2,42 - 2,59>

Měřený subjekt F		
Sedák - Normální sed	Průměrná hodnota [kPa]	3,74
	Směrodatná odchylka [kPa]	1,95
	Variační koeficient [%]	52,11
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<3,60 - 3,88>
Sedák - Plně opřená záda	Průměrná hodnota [kPa]	3,06
	Směrodatná odchylka [kPa]	1,52
	Variační koeficient [%]	49,62
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<2,94 - 3,17>
Opěradlo - Normální sed	Průměrná hodnota [kPa]	2,43
	Směrodatná odchylka [kPa]	1,21
	Variační koeficient [%]	49,82
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<2,22 - 2,65>
Opěradlo - Plně opřená záda	Průměrná hodnota [kPa]	2,48
	Směrodatná odchylka [kPa]	0,82
	Variační koeficient [%]	33,02
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<2,37 - 2,58>
Měřený subjekt E		
Sedák - Normální sed	Průměrná hodnota [kPa]	4,89
	Směrodatná odchylka [kPa]	3,20
	Variační koeficient [%]	65,52
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<4,67 - 5,10>
Sedák - Plně opřená záda	Průměrná hodnota [kPa]	4,75
	Směrodatná odchylka [kPa]	2,64
	Variační koeficient [%]	55,61
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<4,58 - 4,93>
Opěradlo - Normální sed	Průměrná hodnota [kPa]	4,05
	Směrodatná odchylka [kPa]	2,53
	Variační koeficient [%]	62,61
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<3,80 - 4,29>
Opěradlo - Plně opřená záda	Průměrná hodnota [kPa]	3,71
	Směrodatná odchylka [kPa]	1,73
	Variační koeficient [%]	46,47
	95% interval spolehlivosti [kPa]	<3,55 - 3,87>

Příloha č. 3 – Vyvíjený tlak na záda dle různých poloh bederní podpory



Normální sed



Plně opřená záda

Plně opřená záda				
Tlak [kPa]	1 poloha	2 poloha	3 poloha	4 poloha
1,33	183	149	171	197
2,15	129	120	135	146
2,97	147	157	138	165
3,78	75	60	83	78
4,6	47	63	58	69
5,42	33	52	41	47
6,24	0	1	0	9
Normální sed				
Tlak [kPa]	1 poloha	2 poloha	3 poloha	4 poloha
1,33	95	81	109	137
2,15	60	46	89	85
2,97	51	37	61	58
3,78	39	30	24	38
4,6	30	36	23	41
5,42	44	35	43	38
6,24	53	49	35	54
7,05	38	37	29	24
7,87	5	18	31	19
8,69	1	10	24	18
9,5	0	4	23	15
10,32	0	0	9	21
11,14	0	0	4	13
11,96	0	0	0	5
12,77	0	0	0	3